Untersuchungen zur hygienischen Beurteilung von Polsterwaren

von

WALTER GERTIS

1962

Aus dem Institut für hygienisch - bakteriologische
Arbeitsverfahren
der Fraunhofer - Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V.

Leiter : Priv.Doz. Dr.med.E.Kanz.

UNTERSUCHUNGEN ZUR HYGIENISCHEN BEURTEILUNG VON POLSTERWAREN.

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
verfasst und einer Hohen Medizinischen Fakultät der
Ludwig - Maximilians - Universität zu München

vorgelegt von

Walter Gertis

aus
Bad Wiessee

München 1962.

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

1. Referat : Priv. Doz. Dr. E. Kanz
2. Referat : Prof. Dr. Dr. Eyer
Dekan : Prof. Dr. Seitz
Tag der mündlichen Prüfung : 13. März 1962

Fotodruck: Mikrokopie G.m.b.H. München 2, Weinstr. 4

Inhaltsverzeichnis.

Seite

5 Einführung und Problemstellung.
6 Tabelle einer Krankenhausumfrage.
7 Physiologie des Schlafes.
Schlaftheorien.
9 Zweck des Schlafes.
10 Kontrollierbare und messbare Grössen des Schlafes.
12 Einflüsse auf den Schlaf, (endogene, exogene).
13 Geschichtliche Entwicklung des Bettes.
16 Fremde Untersuchungen an Schaumstoffmatratzen.
Allgemeine Anforderungen, Normen.
19 Firmenreklame und Untersuchungen durch Patientenbefragung.
21 Erfahrungsberichte von Ärzten in Krankenhaus und Praxis.
25 Untersuchung von Matratzen in physik., chemischer und mikrobiologischer Sicht.
28 Zusammenfassung der bisherigen Untersuchungsergebnisse.
29 Eigene Untersuchungen.
objektive Schlafkontrolle
A. Mit Benutzung des Elektro- Myographen.
31 B. Mit Benutzung des Aktographen.
33 Wirkungsweise dieses Aktographen.
34 Darstellung und Auswertung des Aktogrammes.
39 Auszug aus dem Versuchsprotokoll.
40 Tabelle der Versuchsergebnisse.
41 Statistische Auswertung der Versuche.
45 Doppelte Streuungszerlegung zur Feststellung der Wirkungen von Matratzensorten und Versuchspersonen.
46 Graphische Darstellung der Versuchsergebnisse.
47 Zusammenstellung der Versuchsergebnisse.

Seite

48 Untersuchung der Dämpfungseigenschaften.
49 Aufbau der Versuchsapparatur.
51 Chymogramme.
52 Erläuterungen zu den Chymogrammen.
53 Auswertung der Dämpfungskurven.
56 Graphische Darstellung zum Vergleich der Dämpfungseigenschaften.
58 Ergebnisse der Dämpfungsversuche.
60 Zusammenfassung der Dämpfungsversuche.
61 Zusammenfassung der Ergebnisse und Kritik.
63 Schlussbetrachtung der Untersuchungsergebnisse.
64 Kritische Betrachtung der Untersuchungen.

Einführung und Problemstellung.

Auf dem Gebiete der Polsterwaren beginnt sich seit etwa zehn Jahren ein immer stärker werdender Einbruch der Schaumstoffe in den Markt der herkömmlichen handwerklich hergestellten Ware abzuzeichnen. Da Schaumstoffpolster, vor allem Schaumstoffmatratzen, wegen der dazu erforderlichen grossen Anlagen vorläufig nur von entsprechenden Industriebetrieben hergestellt werden, kommen sie auch mit viel Reklameaufwand in den Handel. Begriffe wie Staubfreiheit, Bakterizidie, Anschmiegen an den Körper und damit verbundene gleichmässige, weiche Auflage wirken auf den ersten Blick bestechend, und man möchte dieses Polster für die ideale Krankenhausmatratze halten.

Die einzelnen Hersteller wandten sich deshalb schon bald an verschiedene hygienische Institute, um Gutachten über die gefundene bakterizide Wirkung von Produkten aus Latexschaum zu erhalten. Im Laufe der bakteriologischen Untersuchungen durch E.Kanz in München, gaben dessen persönliche Beobachtungen, dass das verwendete Latexkissen seiner hohen Elastizität wegen zu Schlafstörungen und zu verminderter Erholsamkeit des Schlafes führten, den Anstoss zu einer kleinen Umfrage bei einigen Kliniken. Die weitgehende Ablehnung der Schaumstoffe seitens dieser Krankenhäuser wurde dann zum Anlass, dieses Problem in grösserem Rahmen zu untersuchen. Eine daraufhin vorgenommene genauere Umfrage bei 20 Krankenanstalten einer Grosstadt zeigt folgendes Bild :

Gesamtbettenzahl	8138	
3 tlg. Federkernmatratzen	7109	
Latexschaummatratzen	307	Genaue Aufteilung,
Polyaetherschaummatratzen	200	siehe Seite 6.
Rosshaarmatratzen (Kinder)	522	

Woher rührt diese Abneigung der Krankenhäuser gegen Bettauflagen aus Schaumstoff? Um diese Frage zu klären, ist es notwendig, sämtliche Faktoren zu untersuchen, die den Zusammenhang zwischen Schlaf und Ruhebett bestimmen, das heisst die Hygiene des Schlafmilieus nicht nur in bakteriologischer Sicht, sondern auch nach physikalischen Gesichtspunkten zu untersuchen.

Fortsetzung Seite 7

Eine Tabelle nach einzelnen Krankenanstalten aufgeteilt, zeigt noch deutlicher die Verteilung zu Gunsten der 3tlg. Federkernmatratze auf.

Art d. Krankenhauses	Bettzahl	3tlg. Federk.	Latex	Polyäth.	Rosshaar
1) chir.intern.gyn. orthop.	43o	43o (+)	5 (-)	-	-
2) chir.int.	23o	23o (+)	2 (-)	-	-
3) gyn.	7o	7o (+)	-	-	-
4) chir.int.	12oo	115o (+)	5o (-)	-	- 88
5) Chir.int.Kinder HNO derm.ven.	1411	889 (+)	5 (-)	- -	522(+) Kinder
6) chir.intern.	569	569 (+)	- möchte	-	-
7) chir.intern.	388	388 (+)	- früher(-)	- möchte	-
8) intern	214	214 (+)	6 (-)	-	-
9) dermatol.urol. chir.	45o	45o (+)	5 früher(-)	- -	- -
10) chir.int.gyn.	46o	6o (+)	2oo (+)	2oo (+)	-
11) chir.int.gyn.Kinder	516	514 (+)	2 Herz(+)	-	-
12) int.	525	525 (+)	2 Decubitus (+)	-	-
13) H N O	3o	3o (+)	-	-	-
14) chir.int.	22o	2oo (+)	2o 3tlg.(+)	-	-
15) chir.int.	24o	2o5 (+)	45 (-)	-	-
16) chir.	1oo	1oo (+)	- (-)früher	-	-
17) chir.	18o	18o (+)	- (-)früher	-	-
18) int.	3oo	3oo (+)	-	-	-
19) chir.orthop.	3o5	3o5 (+)	- (-)früher	-	-
2o) gyn.	3oo	3oo (+)	- (-)früher	-	-
	8138	7lo9	342 früher ca 8o 35 doppelt	2oo	522

(+) gute Erfahrung
(-) schlechte "

Dabei ist sowohl die Kenntnis der Vorgänge im gesamten Organismus, die den Schlafzustand hervorrufen, wie der physikalischen Eigenschaften des Schlaflagers von gleich grosser Bedeutung.

P H Y S I O L O G I E D E S S C H L A F E S

Schlaftheorien

Was ist Schlaf? Ein Zustand in dem wir etwa ein Drittel unseres Lebens verbringen und über den wir nur verhältnismässig wenig wissen. Im Laufe der Zeit entstand zwar eine Reihe von Theorien, die das Zustandekommen des Schlafes zu klären suchen, jedoch keine allgemeine gültige Aussage über Wesen und Zustandekommen dieser Erscheinung im menschlichen wie tierischen Leben geben. Man denke hier an die Annahme von Exner, 1+) dass im Schlafe Ganglienzellen des Gehirns ihre Dendriten zurückzögen, an die "Theory of decreased stimulation" von N.Kleitmann (1932) 2+) als Schlafursache.

Verschiedene Wissenschaftler versuchten das Eintreten des Schlafzustandes durch Veränderungen der Durchblutung des Gehirnes zu erklären. So sprachen Claude Bernard und Masse von einer Art Hirnanaemie, die den Bewusstseinsverlust des Schlafes hervorrufen soll. Andere wiederum, wie Mautner (Wien 191o) 3+) vermuten eine Reizleitungsunterbrechung durch ein Ermüdungsoedem. Es bleiben nun noch die elektrochemischen Vorgänge im Organismus, die auf ein im Mittelhirn liegendes Schlafsteuerungszentrum 4+) einwirken.

1+) Exner, Aus Hermanns Handbuch der Physiologie Bd.II Kapitel "Schlaf"

2+) Kleitmann and Camille: Studies on the physiology of sleep VI American J. Physiol 1oo. 474. 1932.

3+) Mautner, Wiener klin.Wschr. 191o Nr.1o

4+) L.R. Müller, über den Schlaf 2.Aufl. S.3o 1948

Weichardt 1910 5+) sieht das Problem rein chemisch und spricht von Kenotoxinen, Schlafgiften aus Stoffwechselprodukten, ebenso Pieron (1913) 6+), der diese als Hypnotoxine bezeichnet.

Die Untersuchungen von Eppinger, Kaunitz und Selzer 7+) dagegen wweisen darauf hin, dass es sich bei der Ermüdung und Regeneration im Schlaf um Ionenverschiebungen handelt.

E. Wöhlisch untersuchte die Vorgänge um die Ermüdung und Erholung im Schlaf getrennt nach einzelnen Sinnesgebieten 8+) und fand dabei, dass die Dimension der Schlaftiefe unter den Sinnesgebieten wechselt. In seiner Aufladungstheorie setzte er eine definierte Schlaftiefenfunktion der Zeit in Abhängigkeit zur Erholungsgeschwindigkeit und zur freien Energie. Wöhlisch konstruierte zur Veranschaulichung seiner Theorie ein elektronisches "Schlafmodell".

5+) Weichardt, Über Ermüdungsstoffe, Stuttgart Enke 1910

6+) H. Piéron, Le problème physiologique du sommeil, Paris 1913

7+) H. Kaunitz u. L. Selzer: über Veränderungen des Sauerstoffverbrauches und des Mineralstoffwechsels der Leber bei Ermüdung. Z.exper.Med. Bd.102 S. 350-355.

8+) E. Wöhlisch, Zur Definition des Begriffes der Schlaftiefe, Z.f. Biologie 1950 Bd.103, S.81

Zweck des Schlafes

Im Schlaf soll sich ein Vorgang vollziehen, bei dem sich das Muskel- und Nervengewebe wieder erholen kann. Wir legen uns am Abend müde und konzentrationsunfähig zu Bett, um am nächsten Morgen erholt und frisch wieder zu erwachen. Entgegen den meisten Schlaftheorien, die sich nur mit der Erscheinung des Bewusstseinverlustes während des Schlafes beschäftigen, äussert sich L.R. Müller +) etwa folgendermassen: Er glaubte nicht, dass Ermüdung und Erholung durch Giftwirkung und Entgiftung von Stoffwechselprodukten oder durch Erschöpfung und Auffüllen von "Verbrennungsstoffen" bedingt sind, sondern, dass "die Müdigkeit und die Erholung durch Entladung und Ladung von bioelektrischen Potentialen der Gewebe zu erklären ist."

Für diese Annahme spricht vor allem die Tatsache, dass der Schlaf durch keinerlei Medikamente im Sinne einer Entschlakkung oder durch Nährstoffe, die verbrauchten Brennstoff ergänzen, zu ersetzen ist. Er hat allein für sich den Zweck, den ermüdeten Organismus wieder aufzuladen. Bei Untersuchungen über die erholende Wirkung des Schlafes kam Weygandt zu der verblüffenden Feststellung, dass für Additionsarbeit bereits 1/2 Stunde Schlaf genügt, während für Lernarbeit fünf und mehr Stunden notwendig sind. Ausserdem zeigt sich eine Steigerung der Leistungsfähigkeit während des bereits begonnenen Lernens. ++)

Anmerkungen: Zu Blatt 9

+) L.R. Müller, über den Schlaf 2. Aufl. S. 19 1948

++) H. Winterstein, Schlauf und Traum, Istambul 1953.

Kontrollierbare und messbare Grössen des Schlafes

Um die Zusammenhänge zwischen bestimmten Formen von Matratzen und dem Schlaf zu untersuchen, bedarf es vor allem messbarer Grössen des Schlafes. Die Schlafmenge SM, die zur Regeneration nötig ist, setzt sich aus der Schlafdauer und Schlaftiefe zusammen, etwa

$$SM = \int_0^t \text{Schlaftiefe}\, dt$$

Die Schlafdauer lässt sich dabei leicht messen. Mit der Messung der Schlaftiefe verhält es sich schon weit schwieriger. Im Laufe der Zeit wurden in dieser Hinsicht eine Reihe der verschiedenartigsten Methoden entwickelt.

Fechner und sein Schüler Kohlschütter (1862) 1+) verwendeten den akustischen Weckreiz als Mass für die Schlaftiefe. Die Versuchsordnung bestand aus einem Pendelhammer, der aus verschiedenen Höhen auf einen tönenden Gegenstand schlug. In ähnlicher Weise stellte Michelson 2+) die Schlaftiefe in eine Proportion zur Fallhöhe von Stahlkugeln, die auf ein Blech fallen. Der Weckreiz wurde später noch von G.Endres und W. v. Frey (193o) 3+) in Form des Hautreizes (Stachelborste) benutzt. Weitere Arten der Schlaftiefenmessung bedienen sich der Kontrolle der Atemluft nach ihrem CO_2 Gehalt. So die Methoden von Straub (1915) 4+) E.Bass und K. Herr 1922 sowie weitere verfeinert von Regelsberger 1934. Eine andere Richtung untersuchte die muskuläre Aktion während des Schlafes, mit seismographenartigen Instrumenten wie Gerber 1922 5+) und Szymanski, wobei nachgewiesen wird, dass der Schlaf um so tiefer ist, je geringere Muskelaktion besteht.

1+) E. Kohlschütter, Messungen der Festigkeit des Schlafes Diss. Leipzig 1862.

2+) E.Michelson,Untersuchungen über die Tiefe des Schlafes Kraepelins psychol.Arbeiten Bd.2, S.84

3+) G.Endres u.W.v.Frey, Über Schlaftiefe und Schlafmenge. Z.f.Biol.9o/7o 193o

4+) H.Straub,Dtsch.Arch.f.klin.Med.117/397,1915

5+) W.Gerber, Über den Schlaf des Menschen u.einen in der Praxis verwendbaren Schlafkontrollapparat Münch. med.Wschr. 1922, II 1399.

In neuerer Zeit wurden in der Neurophysiologie die muskulären Aktionen auch mit dem Elektromyographen durch Messung der Aktionsströme beobachtet. Die Methode liesse sich auch zur Schlaftiefenmessung verwenden. Auf ähnliche Art und Weise lässt sich auch das Enkophalogramm zu diesem Zweck verwenden. C.P. Richter (USA) 6+) fand 1926 Zusammenhänge zwischen der Schlaftiefe und dem elektrischen Hautwiderstand.

Sämtliche Weckreizmethoden kommen für serienmässige Schlaftiefenuntersuchungen nicht in Frage, da bei ihnen der Schlaf in stetiger Folge unterbrochen werden muss. Ebenso erweist sich die Messung des CO_2 Gehaltes der Luft als zu umständlich für Serienversuche. Es verbleiben also im wesentlichen nur die elektrischen und mechanischen Kontrollen der **Muskelaktion** sowie die Messung der Aktionsströme der Grosshirnrinde als Masstab für die Schlaftiefe im Serienversuch.

6+) C.P. Richter, Proc.Nation.Acad.Sciences 12, 214, 1926.

Endogene Einflüsse auf den Schlaf

Wie vielfache Beobachtungen zeigen, ist die Regeneration des ermüdeten Organismus im Schlaf, d.h. die Güte des Schlafes schlechthin von einer Reihe von Faktoren abhängig, die zum Teil endogener Natur sind. Diese betreffen die physischen wie psychischen Gesundheitszustände der unter Kontrolle stehenden Personen. Organische Erkrankungen, die mit Schmerzen verbunden sind, Atembeschwerden und Fieber beeinträchtigen nicht nur den Einschlafvorgang sondern auch Schlaftiefe und Schlafdauer und damit die Erholung im Schlaf. Noch stärkeren Einfluss auf das Schlafvermögen können psychische Erregungszustände bewirken, gleich ob sie unangenehmer oder freudiger Natur sind. Wirtschaftliche Sorgen können "den Schlaf rauben" und "Reisefieber" lässt uns zwei bis drei Stunden früher erwachen, als notwendig wäre.

Exogene Einflüsse auf den Schlaf

Zu der inneren Schlafbereitschaft gesellen sich nun die Einflüsse, die von aussen auf den ermüdeten Organismus wirken. In erster Linie spielt hier das Wetter eine Rolle. So übt zum Beispiel der Föhn im Voralpenland eine allgemein ungünstige Wirkung auf den Einschlafvorgang wie auf das Durchschlafen aus. Im Gegensatz dazu führt trockene Kaltluft zu einem erhöhten Schlafbedürfnis bei Gesunden wie Kranken. 1+) Einen weiteren auf den Schlaf wirkenden Faktor stellt der Lärm dar. Dieses Problem finden wir heute fast überall, ganz besonders aber in den Städten, wo eine absolute Stille überhaupt nicht eintritt. Gleichmässige akustische Reize, wie das Ticken und Schlagen einer Uhr führen zur Gewöhnung und werden nicht mehr als Störung empfunden. Dagegen führen alle arythmischen Geräusche wie Verkehrslärm, Trittschall, laute Radiomusik und dergleichen zu einer Schlafstörung, die einem unterschwelligen oder schon überschwelligen und damit wirksamen Weckreiz entsprechen.

Schliesslich und endlich spielt für einen normalen und erholsamen Schlaf auch die Beschaffenheit des Schlaflagers

---

1+) H. Ungeheuer, Ber.Dt.Wetterd. Nr.16,1955
H. Brezowsky, Ber.Dt.Wetterd. Nr.54,1959

eine Rolle. Es werden heute an ein gutes Bett eine ganze Reihe von Anforderungen gestellt, die sich in erster Linie auf die Matratzen beziehen. Eine zu weiche Matratze neigt zur Muldenbildung und bei körperlich wenig beanspruchten Menschen mit schlaffer Muskulatur führt dies zu Schädigungen der Wirbelsäule. Zu hartes Lager beansprucht ständig einzelne Muskelgruppen auch während des Schlafes und verhindert deren Erholung. Sehr elastisches Material neigt zu Schwingungen, die im Eigenschwingungsbereich des Körpers liegen und als äusserst unbequem empfunden werden. E.A. Hampe weist in einem Artikel über Entdröhnung von Fahrzeugkarosserien darauf hin, dass Amplitude von o, o5 mm - o,2 mm bereits als äusserst lästig empfunden werden, wenn sie im Frequenzbereich von 1o Hz auftreten. Er stellt weiter fest, dass der menschliche Körper gewisse Resonanzfrequenzen aufweist, die "liegend" bei etwa 2 Hz liegen "aufrecht" dagegen bei etwa 5 Hz.

Neben diesen mechanischen Eigenschaften der Matratzen zeigen sich auch die Durchlüftung und Wärmeleitfähigkeit sowie die Feuchtigkeitsaufnahme als wichtig für ein erholsames Schlafklima.

Geschichtliche Entwicklung des Bettes

Um nun ein günstiges Klima für den Schlaf zu schaffen, ist es notwendig, Störfaktoren nach Möglichkeit auszuschalten.

Dabei entzieht sich der Faktor Wetter unserer Beeinflussung. Lärmabhaltung und Temperaturregelung lassen sich im modernen Wohnungsbau bei einigem Aufwand in gewissen Grenzen regeln. Man wusste zu allen Zeiten von der Notwendigkeit den Lärm vom Schläfer abzuhalten. Die Beschaffenheit des Schlaflagers dagegen hat einen langen Weg der Entwicklung aus der Erfahrung durchgemacht und ist auch heute weniger das Produkt einer wissenschaftlichen Forschung als der Empirie. Die geschichtliche Entwicklung des Bettes fängt wohl an mit der Benutzung von Tierfellen 2+) als Schlafunterlage. Dabei wurde eine

1+) E.A. Hampe, München, in Kunststoffe 11, 1957

2+) Sittengeschichte des Intimen, v. L. Schidrowitz Verlag f. Kulturforschung, Wien u. Leipzig, 1926

bessere Verteilung des Auflagedruckes am Körper erreicht, dadurch, dass an hohlliegenden Stellen durch die Fellunterlage eine zusätzliche Auflagefläche entstand. Gleichzeitig damit verbunden war ein Wärmeschutz, der das Abwandern der Körperwärme in die Umgebung verlangsamte. In dieser Art blieb das primitive Bett in unseren Breiten bis ins Mittelalter hinein bei primitiven Völkern in allen Erdteilen bis heute erhalten.

Der nächste Schritt ist die Erhöhung des Bettes auf die Höhe einer Bank um der Bodenfeuchtigkeit und der Bodenkühle den Zutritt zu verwehren. In der bäuerlichen Schlafstube erscheint das Strohlager und die ritterliche Gesellschaft 1+) entwickelt ein Schlaflager mit fünf Teilen, das unserem heutigen Bett in etwa entspricht, bestehend aus Matratze,(Kultur) Federkissen (Pflumet), Oberkissen, Bettlaken (Bettlachen) und Decke (Dekkenlachen). Der Matratze und heute auch dem Oberkissen wie dem als Unterbett dienender Pflumet sollte ein weiterer Entwicklungsweg beschieden sein.

Beim Kopfkissen blieb es vorerst bei der Füllung eines Stoffsackes mit Federn oder Rosshaaren, und erst in jüngster Zeit versuchte man, diese durch einen Latex-oder Kunststoffschaum zu ersetzen.

Die Matratze hingegen stellt sich seit etwa zwei Jahrhunderten in einer Vielzahl von Formen mit den verschiedenartigsten Füllungen dar.
Ein Lehrbuch der Materialkunde für Polsterer 2+) gibt uns hierüber ausführlich Aufschluss.
Wir finden hier Füllstoffe

1) tierischer Herkunft:	a) Tierhaare	(Rosshaar)
	b) Polsterwolle	
	c) Geflügelfedern	(f.Unterbetten)
2) pflanzlicher Herkunft:	a) Gräser	(Seegras)
	b) Blattfasern	(Sisal)
	c) Stengelfasern	(Werg)
	d) Fruchtfasern	(Kokos,Kapok)

1+) Aus Scherr,Dt.Kultur und Sittengesch. S.179-216 Bd.I Verlag Knoblauch u. Enk, Berlin 1937

2+) J.Bulirsch, Kleine Materialkunde für den Polsterer 1955

3) künstliche Füllstoffe: a) Hekko, Morena, gummiertes Haar
b) Latexschaum
c) Kunststoffschaum (Polyäther, Moltopren WZ)

Bei der Füllung misst der Polsterer die Füllkraft. Sie gibt an, wie weit ein Füllmittel in einem Messzylinder durch eine bestimmte Kraft zusammengedrückt wird und ist somit ein Mass für die Elastizität des Füllstoffes.

Nach diesem Ausflug in den Bereich des Polstererhandwerkes, sei nochmals ein Rückblick auf die Entwicklung des Bettes gestattet.

Während in der Zeit des Barock und Rokoko grösster Wert auf äussere Gestaltung, also auf reich verzierte und vergoldete Pfosten und einen pompösen Himmel gelegt wurde, fielen diese Dinge in der Bürgerlichen Gesellschaft des 19.Jahrhunderts weg. Man fing jetzt an, die Elastizität der Unterlage zu verbessern. Es kam die Sprungfedermatratze in Mode 1+). Diese erfuhr dann später nochmals eine Aufteilung in Sprungfederrahmen und Auflagematratze. Bei den letzteren entstand als Besonderheit die Federkernmatratze, bestehend aus einem Kern von Stahlfedern und einem Überzug von Polsterwatte und Drell. Der Kern soll das Hauptgewicht tragen und für die Elastizität sorgen, die äussere Hülle dagegen für einen weichen, geschmeidigen Übergang zum Körper, wie auch für einen gewissen Wärmeschutz.

Die in den letzten Jahrzehnten aufkommenden Schaumstoffe warfen bei ihrer Verwendung als Polster nun neue Probleme auf, weil sie, soweit sie hohe Elastizität aufweisen bei geeigneter Formgebung einen Sprungfederrahmen entbehren können.

Die Verwendung von Schaumstoffmatratzen auf herkömmlichen Sprungfederrahmen birgt so die Gefahr eines zu weichen oder auch zu elastischen Lagers in sich, was für manchen Misserfolg auf diesem Gebiete verantwortlich sein mag.

1+) Aus Sittengeschichte des Intimen, L. Schidrowitz, Verlag f. Kulturforschung, Wien u. Leipzig 1926.

Fremde Untersuchungen an Schaumstoffmatratzen

Allgemeine Anforderungen an Schaumstoffmatratzen

Eine Reihe von grösseren Firmen beschäftigte sich mit der Herstellung von Latex- und Kunststoffschäumen, die als Formteile die verschiedenartigsten Verwendungszwecke finden. Ein Teil dieses Produktionsprogramms befasst sich mit der Herstellung von Polsterwaren speziell von Matratzen und Kissen. Bis zum Jahre 1954 war bereits eine ganze Anzahl von Matratzenfabrikaten in verschiedenen Formen und Ausführungen auf dem Markt, so dass von Seiten der Abnehmer, das insbesondere der evtl. Grossabnehmer, das sind vor allem Krankenhäuser, der Ruf nach einer Vereinheitlichung erwachte. Im Februar 1954 wurde schliesslich ein Normenausschuss für Artikel aus Latexschaum gegründet, der sich der Normung von Krankenhausmatratzen aus Schaumstoff annahm und sich die folgenden Punkte vornahm:

1) Zweck
2) Geltungsbereich
3) Mass- und Qualitätsforderung an die fertige Latexschaummatratze
4) Kennzeichnung
5) Ausführungsrichtlinien und physikalische Güteanforderungen für den Latexschaumkörper
6) Prüfverfahren
7) Richtlinien für den Verbrauch

Die Arbeit des Ausschusses für Krankenhauswesen im Deutschen Normausschuss führte dann zu dem Normblatt DIN 13o13 vom April 1956.

Zum Punkt 1) Zweck, schreibt das Normblatt wörtlich:
"Diese Norm soll dem Wettbewerb zwischen den Herstellern von Matratzen und Latexschaum für Krankenhäuser - in Folgendem wie handelsüblich Latexschaum-Matratzen genannt - einschliesslich Drellbezugregeln, die Käufer gegen minderwertige Erzeugnisse schützen und Unterlage für einheitliche Güteforderungen sein."

Der Punkt 2) gibt als Geltungsbereich dieser Richtlinien nur Latexschaummatratzen aus Naturlatex oder syntetischen Latex oder einer Mischung beider Latices an. Nicht inbegriffen sind also Kunststoffschäume wie sie als Moltopren, Contipren, Duprena usw. bekannt sind und Polyätherschaum, die heute für Matratzenkörper bereits vielfach verwendet werden. (Siehe Aufstellung Krankenhäuser Seite 2).

Punkt 3) gibt vor allem die Abmessungen der Matratze an. Dabei ist eine Dreiteilung vorgenommen.

	l_1	
l_2	l_3	l_2
Randzone	Mittelzone	Randzone

Diese Einteilung wurde wegen der meistens erforderlichen grösseren Härtezahl für die Mittelzone angenommen.

Für einteilige überzogene (gebrauchsfertige) Latexschaummatratzen sind also folgende Masse gegeben:

Matratzen für	Länge $l_1 = l_2\ l_3\ l_2$ (1%)	Breite (1%)	Dicke (3%)
Erwachsene	2000 (650 700 650)	900	90
Jugendliche	1700 (500 700 500)	700	90
Kinder	1400	700	50
Säuglinge	1000	550	50
Neugeborene	700	400	50

Die Härte der Matratze darf sich durch Alterung nicht mehr als 20 % ändern. (Prüfklima 22 Std. bei 100 C und zirkulierender Luft). Ebenso darf das Schaumgefüge nach einer Dauerstandprüfung von 250000 Belastungen keine sichtbare Zerstörung, keine

grösseren Formänderungen als 2o % der angewendeten Eindrucktiefe, sowie keinen grösseren Abfall der Härtezahl (s. unten) als 25% aufweisen. Biegefestigkeit und Bruchdehnung werden neu und gealtert durch extreme Belastung bestimmt.

Weiter heisst es in dem Normblatt DIN 13o13 unter 3/2, soll der Latexschaum den unter 5 angegebenen physikalischen Güteanforderungen genügen, frei von unangenehmem Geruch, im Gebrauch geräuschlos, luftdurchlässig, staubfrei, ungiftig, nicht abfärbend und ungezieferabweisend sein. Die weiteren Abschnitte von Punkt 3 befassen sich mit Abmessungen und Güte des Bezugs.

Der Punkt 4, Kennzeichnung, verlangt eine Etikettierung, welche angibt "Oberseite", Firmenname oder Marke des Herstellers, Grösse der Matratze, Härte der Matratzenmittelzone, sowie DIN 13o13.

Punkt 5 des Normblattes legt die Materialbeschaffenheit des Matratzenkörpers fest. Demnach soll der Körper aus einem Stück gegossen sein. Dabei sind höchstens 5 Korrekturstellen bis 4omm Breite zulässig. Der Schaum soll aus unter sich verbundenen Zellen (offener Schaum) möglichst gleicher Grösse bestehen. Als Form ist sowohl die Vollplatte wie eine Platte mit Aussparungen auf der Unterseite gestattet.

Die Härte der Matratze wird durch sogenannte Härtezahlen, welche eigentlich Raumgewichte bedeuten, angegeben und zwar in der Dimension kg / m^3. Je höher die Härtezahl liegt, je höher also das Raumgewicht, desto dichter ist ihr Gefüge, desto mehr Gegendruck bringt sie bei Belastung. Das folgende Schema, das hierzu als praktisches Beispiel dient, zeigt die Härtevorschrift in DIN 13o13.

DIN 13o13	Mittelstück	Kopfstück	Härtestufen:
für Erwachsene u.Jugendliche	45 ± 4,5	35 ± 3,5	III / II
für Kinder	5o ± 5		III bis IV
für Säuglinge u.Neugeborene	6o ± 6 (kg/m^3)		IV
für Kopfkissen üblich	ca 1o (kg/m^3)		0

Die Härte der Matratze darf sich durch Alterung nicht mehr als 2o % ändern (Prüfklima 22 Std. bei 1oo°C und zirkulierender

Luft). Ebenso darf das Schaumgefüge nach einer Dauerstandsprüfung von 25oooo Belastungen keine sichtbaren Zerstörungen, keine grösseren Formveränderungen als 2o % der angewendeten Drucktiefe sowie keinen grösseren Abfall der Härtezahl als 25 % aufweisen. Biegefestigkeit und Bruchdehnung werden neu und gealtert durch extreme Belastungen bestimmt. Der Punkt 6 des Normblattes beschreibt das Prüfklima, gibt an, wo die Proben für die Härtezahlen = Eindrückbarkeitszahl genommen werden soll.

Ein eigenes Beiblatt ergänzt das Normblatt 13o13 durch Richtlinien für den Verbraucher. Sie beziehen sich auf Behandlung, Pflege und Desinfektion.

Dabei wird besonders darauf hingewiesen, dass Oele, Fette, starke Säuren und vor allem oxydierend wirkende Stoffe(H_2O_2) zu vermeiden sind.
Ausserdem wird empfohlen, einen besonders straff gespannten Matratzenrahmen zu verwenden.

Sämtliche Punkte dieser Normung befassen sich mit Grösse, Formbeständigkeit und Elastizität im Laufe der Alterung.

Firmenreklame und Untersuchungen durch Patientenbefragung

Eine Riesenmenge von Werbeschriften versucht seit Jahren die Schaumstoffe publik zu machen. Abgesehen vom Bild eines in süssem Schlummer liegenden, hübschen, jungen Mädchens, werden hier auch eine ganze Reihe von Untersuchungsergebnissen der Firmen vorgelegt, die diese Matratzen entwickelt haben. Bei allen gängigen Fabrikaten werden im Werbematerial gute Durchlüftung, Anschmiegsamkeit und Bakterizidie als wichtigste gute Eigenschaften der Matratze angesprochen.

Vor allem der Bakterizidie wird dabei eine überaus grosse Bedeutung angemessen. Schaumstoffe der verschiedenen Firmen wurden von Universitätsinstituten auf ihre Bakterienwachstum hemmende bzw. bakterientötende Wirkung untersucht. Diese Eigenschaft hat gewiss auch im Krankenhauswesen bei der Bekämpfung des Hospitalismus grosse Bedeutung.

Davon ausgehend entstand wohl auch ein Aufsatz von Amtsdirektor Hans Fischer, Darmstadt,1+) der von einem der Schaumstoffhersteller als Referenz gegeben wurde. Der Autor dieses Artikels ging sehr objektiv an seine Aufgabe heran und benutzte für seine Untersuchung die Methode der Umfrage mittels eines Fragebogens, der sich nach Alter, Geschlecht, Aufenthaltsdauer im Krankenhaus, welche Matratze zu Hause benutzt wird, ob die Versuchsauflage besser oder schlechter, ob sie härter oder zu weich, zu warm oder zu kalt, zu elastisch und schliesslich ob Geräusche oder Gerüche störten.

Im Ergebnis hielten 55 % der Patienten die Matratze für besser als ihre gewohnte, 21 % für gleichwertig, 15 % für weniger gut, 9 % blieben ohne Stellungnahme. Die Frage nach der Wärmeempfindung beantworteten 75 % mit gut, 19 % mit zu warm, 1 % mit zu kalt, 5 % gaben keine Antwort.

Bezüglich der Geruchs- und Geräuschbelästigung fanden 94 % keine Fehler. Leider ist in dieser Arbeit nicht angegeben, auf welche Art von Matratzen die gefragten Patienten zu Hause schlafen. Dazu werden als Vergleich zur Schaummatratze immer nur Kapok, Rosshaar und Wolle herangezogen. Wie aber die eingangs gezeigte Statistik zeigt, werden im Krankenhauswesen zur Zeit zu 87 % Federkernmatratzen verwendet. In der obigen Arbeit wird eine Erleichterung der Arbeit des Pflegepersonals bei der Verwendung von Schaumstoff erwähnt. Dieses bezieht sich vor allem auf die tägliche Stationsarbeit, einfacheres Bettenmachen und Neubeziehen und kein Umwechseln der Matratzenteile. Der Autor geht im weiteren noch auf die Besonderheiten der Schaumstoffe bezüglich der Waschbarkeit und der Desinfektion ein und erwähnt die Notwendigkeit, diese Stoffe vor Licht, Kupfer und Jod zu schützen, wie das ja auch die Herstellerfirmen angeben.

Seine Erfahrungen über Haltbarkeit und Wirtschaftlichkeit beziehen sich auf eine einjährige Gebrauchszeit der Versuchsmatratzen.

1+) H. Fischer, Latex-Schaummatratzen im Deutschen u. englischen Krankenhaus. Wibu-Blätter vom 1.5.1953.

Erfahrungsberichte von Ärzten in Krankenhaus und Praxis

Hierin steht an erster Stelle die Bakterizidie dieser Schäume. Erst an zweiter Stelle wird die Staubfreiheit neben sonstigen Eigenschaften der Auflagen aus Latex erwähnt. In den Jahren um 1955 liessen sämtliche Hersteller von Schaumgummi Gutachten von hygienischen Instituten über den Nachweis einer bakteriostatischen Wirkung ihrer Fabrikate anfertigen. Diese Eigenschaft des Materials wurde einwandfrei von verschiedenen Instituten anhand von Agardiffusionstest mit Staphylokokken, Streptokokken, Bakt.coli, Bakt.typhi und Flexner Ruhrbakterien bewiesen. Dabei sprachen die grampositiven Bakterien stärker auf die Schaumstoffproben an als die gramnegativen 1+).

Diese zweifellos bei der Bekämpfung des Hospitalismus sehr wichtige Eigenschaft, darf aber in ihrer Bedeutung für die Matratze, die ja in erster Linie als Ruhelager der Entspannung und Erholung des Körpers dienen soll, nicht überschätzt werden. Eine derartige Meinung wird in einem Artikel der Reformrundschau von einem Münchner Chirurgen deutlich vertreten. 2+)

Der unbestrittene Vorteil von Matratzen aus Schaumstoffen besteht vor allem in ihrer Staubfreiheit und Waschbarkeit.

1+) H. Kliewe, "Bakteriologische Prüfungsergebnisse mit Correcta Latexschaum", Mainz November 1954.
E. Kanz, "Verwendung von Schaumgummi-Matratzen". Ärztliche Praxis Nr. VII/4/1955.
Th.Lammers, "Die hygienische Bedeutung der Latex-Schaummatratze". Dt.med.Wschr. Nr.13/1954.
Heicken, Robert-Koch-Institut Berlin, Bericht an die Techn.Univ.Institut für Krankenhausbau Dez.1955.
Grün, "Die Matratze im Blickpunkt moderner Krankenhaushygiene". Das Krankenhaus, Heft 7/1959.

2+) Gabar Reformrundschau, Nov. 1960.

W.Kikuth und L.Grün 1+) weisen in einer Betrachtung über den Staphylokokken-Hospitalismus auf die ständige Infektionsquelle hin, die Bettzeug, Wolldecken und besonders die Matratzen bilden. Jede Bewegung sorgt durch das Aufwirbeln von Staub für die Keimabgabe. Schaumstoffauflagen sind, bedingt durch ihre Struktur, staubfrei.

H.W. Pässler 2+) hebt die leichte Reinigungs- und Desinfektionsmöglichkeit hervor und bemerkt ausserdem, dass bei der Verwendung von Schaumstoffmatratzen ein Wundliegen nicht mehr auftrat. Das letztere ist eine Feststellung, die selbst die Gegner dieser Bettauflagen zugeben und für Fälle von Decubitus die ursprüngliche Matratze zeitweilig gegen eine solche aus Latex- oder Kunststoffschaum austauschen.

Th. Lammers bezeichnet den Staub, der beim Gebrauch durch den Zerfall des tierischen bzw. pflanzlichen Füllmaterials 3+) ständig neu entsteht und zum Bakterienträger wird, als hauptsächliche Infektionsquelle im Krankenzimmer. Der Zerfall der Füllstoffe wird bei häufigerem Desinfizieren noch beschleunigt. Ein derartiger Zerfall ist bei Schaumstoffen nicht möglich. Es wurde höchstens in Fällen von falscher Behandlung beim Reinigen und Desinfizieren ein Einreissen oder sogar Zerbröseln beobachtet.
Der Autor eines Artikels über die Verringerung der Infektionsgefahr durch Schaummatratzen, veröffentlicht in der Zeitschrift "Die Gemeindeunfallversicherung" 4+), erteilt den herkömmlichen Polsterwaren eine Absage wegen ihrer Staubbeherbergung- und bildung. Er weist auf die zunehmende Verwendung der Schaumstoffe anstelle von Polsterwatte in der Polsterindustrie hin. Man denke hier an die Abdeckung des Federkerns bei der

---

1+) W.Kikuth u.L.Grün "Zur Hygiene und Bakteriologie des Staphylokokken-Hospitalismus" M.M.W. Nr.16/1957.
2+) H.W.Pässler, "Ärztliche Aspekte in der Krankenhausplanung" Ztschr.Das Krankenhaus Heft 1o 1955.
3+) J.Bulirsch, Kleine Materialkunde für Polsterer.
4+) Baumüller, "Verringerung der Infektionsgefahr durch Schaummatratzen" aus Die Gemeindeunfallversicherung Nr.12/1958.

Herstellung von Polstermöbeln und Matratzen. Den Ärzten, Verwaltern und dem Pflegepersonal wird dabei empfohlen, sich näher mit diesen Stoffen zu beschäftigen und alles über ihre Herstellung und ihre Eigenarten kennenzulernen.

Baumüller nimmt an, dass die Unkenntnis über die Herstellung einzelner Gummi- und Kunststoffwaren wie Autoreifen, Fussböden und Schaumstoffmatratzen vielfach zu Voreingenommenheit und Irrtümern führen. Zur Untermauerung dieser Behauptung gibt er eine Reihe der verschiedensten, sich widersprechenden Meinungen über derartiges Matratzenmaterial an: Man schwitzt - man friert - man bekommt Rheuma - Rheuma wird geheilt, zu hart - zu weich - Gift bei Bandscheibenleiden - Bandscheibenleiden werden gelindert bzw. geheilt.

Dergleichen Widersprüche führt er auch auf falsche Anwendung zurück. Er betont gleichzeitig, dass man eben von der Schaumstoffmatratze nicht Unmögliches verlangen soll. So müssten bei einem Nierenkranken, der krankheitsbedingt leicht friert, oder bei einem Tuberkulosekranken, der schwitzt, die entsprechenden Schutzmassnahmen, die auch bei herkömmlichen Matratzen üblich und notwendig sind, getroffen werden. Moltontücher unter dem normalen Leintuch sind in solchen Fällen auch bei Latexauflagen unumgänglich.

Weiter wird in diesem Artikel darauf hingewiesen, dass vom Allergen-Test-Institut Bad Lippspringe die Allergenfreiheit dieses Materials festgestellt wurde, und es Bettasthmatikern verordnet wird.
Die Latexmatratze mit der Härte III und der verstärkten Mittelzone Härte IV (s. Normung von Krankenhausmatr. S.18) eignet sich auch für die Chirurgie und Orthopädie und bei Verwendung einer festen Holzunterlage statt des Federrahmens für Patienten mit schweren Bandscheibenleiden.

Immer wieder wird in den Erfahrungsberichten, soweit sie sich auch mit den mechanischen Eigenschaften befassen, betont, dass bei Verwendung von Latexschaum- oder Kunststoffschaumvollmatratzen die Bespannung der Federrahmen besonders straff sein muss und bei Verwendung alter Rahmen meist einer Verstärkung bedarf. Anderenfalls hängt die Gesässgegend des Patienten durch und er bekommt Rückenschmerzen.

Bei der Neueinrichtung der Orthopädischen Universitätsklinik Köln versuchten A. Rütt und Fr. Diensberg 1+) anhand eigener Untersuchungen ein objektives Bild über den Gebrauchswert der verschiedenen, handelsüblichen Matratzentypen zu bekommen. Hinsichtlich der langen Liegezeiten der Patienten, der besonderen Bettformen und der erhöhten Belastung der Matratzen in einer orthopädischen Klinik wurden dabei folgende Anforderungen gestellt :

" 1.) Optimale Durchlüftung zur Vermeidung von Wärmestauungen.
2.) Gute Feuchtigkeitsaufnahme.
3.) Ein Optimum an elastischer Druckaufnahme und Druckverteilung.

Darüber hinaus fordern wir eine gute Reinigungs- und Desinfektionsmöglichkeit und leichte Handhabung der Auflage beim Umbetten mit der Möglichkeit der Herstellung eines Stufenbettes. "

Untersucht wurden :

1.) Die Temperaturen in den Matratzen während des Gebrauches,
2.) die relative Feuchtigkeit,
3.) der Auflagedruck an einzelnen Punkten des Körpers,
4.) das subjektive Urteil der Patienten und des Pflegepersonals.

Die Untersuchungen an Vollbettauflagen (3 Typen), Federkernauflagen (12 Typen) und Schaumstoffauflagen (1 Type, die nicht den Richtlinien von DIN 13o13 entsprach) wurden nach den oben angegebenen Gesichtspunkten durchgeführt.

Nach der Art, wie die Versuche angesetzt waren, (Anzahl der einzelnen Typen), konnte es sich nur um die Frage, ob eine einteilige oder mehrteilige Federkernmatratze handeln, welche im Endergebnis zugunsten der 3- teiligen Type beantwortet wurde. Das letztere ergibt sich aus den speziellen Problemen einer orthopädischen Klinik.

1+) Rütt / Diensberg: Untersuchungen über die Brauchbarkeit verschiedener, handelsüblicher Matratzentypen aus d. Orth. Univ.Klin.Köln.

Untersuchung von Matratzen in physikalischer, chemischer und in mikrobiolog. Sicht.

Eine zusammenfassende Untersuchung wurde bezüglich eines Fabrikates von der Bayerischen Landesgewerbeanstalt in Nürnberg vorgenommen. Es handelt sich um einen Vergleich zwischen Latex-, Moltopren- Polyaether- und Federkernmatratze. 1+)

Die Anforderungen an die mechanischen Eigenschaften der Matratzen sind wie folgt gestellt:

1.) Zurückgehen der Matratze nach erfolgter Belastung in die ursprüngliche Höhe.
2.) Vermeiden einer bei der Lageänderung des Schlafenden störenden Muldenbildung.
3.) Erhaltung einer möglichst waagrechten Ruhelage des Körpers bei progressiver Federkraft.
4.) Konstanz der Eigenschaften im Dauergebrauch.

Der Versuch 1 wurde in vier Stufen durchgeführt:

a) mit succesiver Belastung bis 150 kg und Messung nach 5 Minuten;
b) Versuch a wiederholt nach 1 Std.
c) Messung der Zusammendrückung nach 16 Std. Dauerbelastung mit 100 kg, gemessen nach 1 Std. Erholungszeit.
d) Versuch a nach einer vorherigen Durchwalkung der Matratze mit 50 000 Belastungen.

Ergebnis: Bleibende Zusammendrückung in mm

Versuch	Federkern	Latex	Molto.	Polyaether
a)	0,5	1,5	2,3	0
b)	0,8	1,9	3,4	0
c)	4,2	2,6	3,9	1,0
d)	11,0	8,2	7,0	3,8

1+) Gutachten 1961

Die Polyaethermatratze weist durchwegs die günstigsten Werte auf. Nach der intensiven Durchwalkung, die einer schon anormal starken Nutzung entspricht, bleibt bei der Federkernmatratze der grösste Verformungsrest. Die Werte liegen aber bei Federkern im Bereich der Zusammendrückung des Abdeckmaterials (Polsterwatte) und sind schwer mit den Werten der übrigen Matratzentypen vergleichbar.

Die Tendenz zur Muldenbildung nach Walkbelastung zeigt folgende Tabelle :

Federkern	100 %
Latex	39 %
Moltopren	123 %
Polyaether	70 %

Bei Latex und Polyaether ist sie also geringer, und bei Moltopren stärker als beim Vergleichsmaterial Federkernmatratze.

Die Darstellung der "Federkernlinien" lässt sich nicht 1+) einfach bewerkstelligen, da es sich nur bei Moltopren und Polyaether um homogene Körper aus einem Material, bei Latex aber bereits um einen formlich inhomogenen Körper handelt, der aus einem Material besteht, wohingegen die Federkernmatratze sowohl der Form nach wie aufbaumässig komplexer Natur ist.

Die in den Untersuchungen gewonnenen Federdiagramme geben trotzdem ein sehr genaues Bild der Verhältnisse. Die tabellarische Zusammenfassung dagegen ist irreführend, da sie die nichtlinearen Belastungsdiagramme bei der Ermittlung der Mittelwerte wie lineare behandelt und ausserdem die verschiedene Dicke der vier Matratzen nicht berücksichtigt.

Die geforderte Konstanz der Federeigenschaften ist mit geringen Abweichungen bei allen vier Typen gegeben.

1+) Federkennlinien oder Federdiagramme stellen die elastische Verformung eines Körpers in Abhängigkeit von einer einwirkenden Kraft graphisch dar.

Die weiteren physikalischen Untersuchungen beziehen sich auf die Wärmeleitfähigkeit, Luftdurchlässigkeit, Staubbildung und Flüssigkeitsausnahmevermögen.

1) Bezüglich der Wärmeleitfähigkeit zeigen die belasteten Matratzen folgendes :

	Wärmeleitf. bez.auf Federk.
Federkern	100 %
Latex	92 %
Moltopren	78 %
Polyaether	71 %

2) Die Luftdurchlässigkeit, auch bezogen auf die Federkernmatratze, wurde durch einen Gebläseversuch an der belasteten Matratze geprüft.

Ergebnis:	
Federkern	100 %
Latex	72 %
Moltopren	49 %
Polyaether	81 %

Die Durchlüftung der Latex- und Polyaethermatratze ist demnach ausreichend, die bei Moltopren sehr gering.

3) Eine Staubbildung ist bei Latex- und Kunststoffschaummatratzen ausgeschlossen.

4) Die durchschnittliche Wasseraufnahme, deren Notwendigkeit umstritten sein dürfte, liegt bei Schaumstoffen bei 1/3 bis 1/2 derer von Federkernmatratzen.

Die chemischen und mikrobiologischen Untersuchungen haben das folgende Ergebnis :

1) Sämtliche Schaumstoffe sind einfach und mit den üblichen Mitteln zu waschen und zu desinfizieren.

2) Nur Latexschaum besitzt eine nachweisbare bakteriostatische und bakterizide Wirkung.

Zusammenfassung der bisherigen Untersuchungsergebnisse.

Zusammenfassend könnte aus den bisherigen Untersuchungsergebnissen der Schluss gezogen werden, dass Federkern- und Schaumstoffmatratzen etwa gleichwertig sein müssten.
Während die Federkernmatratze bezüglich ihrer Wärmeleitfähigkeit und Durchlüftung günstiger liegen, scheinen die Schaumstoffe hinsichtlich Staubfreiheit, mechanischer Belastbarkeit und ihrer bakteriologischen Eigenschaften im Vorteil zu sein. Grosse Unterschiede konnten nicht gefunden werden.

Die Frage, wie es trotz dieses scheinbar doch für die Schaumstoffe günstigen Ergebnisses zu deren Ablehnung seitens der Krankenhäuser, wie sie die Tabelle auf Seite 6 nachweist, kommen konnte, steht also nach wie vor offen.

Bei allen angeführten Untersuchungen bleibt allerdings noch eine Lücke, der Vergleich und die objektive Kontrolle des Schlafes von Versuchspersonen auf den verschiedenen Matratzen, Kissen und deren Kombinationen. Ausserdem fehlen jegliche Angaben über die schwingungsdämpfenden Eigenschaften und deren eventuellen Einfluss auf den Schlaf bei allen Sorten von Matratzen.

Um diese Lücken nach Möglichkeit zu schliessen, wurden eigene Untersuchungen angestellt, welche die Schlafgüte auf den verschiedenen Matratzen- und Kissentypen objektiv darstellen und etwaige weitere, massgebliche, bisher noch nicht beachtete Faktoren der Erholsamkeit des Schlafes aufzeigen sollten.

Eigene Untersuchungen.

Objektive Schlafkontrolle.

A. Mit Benutzung des Elektro-Myographen.

Für die selbst durchgeführten Versuche zum Vergleich der Güte des Schlafes wurde zuerst ein Verfahren der Neurophysiologie angewandt. Mittels eines Elektromyographen liessen sich die Muskelaktionsströme an drei Stellen des Körpers gleichzeitig beobachten.

Das EMG wird vor allem zum Nachweis der noch vorhandenen Innervierung einzelner Muskern bei Gelähmten verwendet. Genauso zeigt es natürlich auch den Entspannungszustand der Skelettmuskulatur an. Bei Einstellung einer geeigneten Empfindlichkeit, sieht man auf dem Bildschirm des Oszillographen eine gerade Linie, welche nur vom Stromnetz her noch eine geringe sinusförmige Modulation aufweist. Die Innervierung und der folgende Tonus des kontrollierten Muskers zeigen sich durch unregelmässige, starke Potentialschwankungen.

1. Versuch.

Versuchsperson Nr.I Datum: 24.11.59. nachmittags.

Zuerst wurde versucht, die Ableitungen von drei Muskeln des Rückens, nämlich M. teres maior
M. latissimus dorsi
M. trapezius
mittels Nadelelektroden zu erreichen. Beim Befestigen der Elektroden trat als Zwischenfall eine Ohnmacht auf. Um dergleichen zu vermeiden, wurden nun Aufklebeelektroden verwendet. Bei Auslösen einer Bewegung waren die Ausschläge am Oszillographen gut sichtbar. Als Nachteil erwies sich, dass die Versuchsperson durch vier Drähte, drei Ableitungen und eine Erdung mit der Messapparatur verbunden und somit in ihren Bewegungen nicht völlig frei war.

2. Versuch.

Versuchsperson Nr.II Datum: 21.12.59. nachmittags.

In der Zwischenzeit sind vier Wochen verstrichen bis wieder die Möglichkeit bestand, einen EMG-Schlaf-Test vorzunehmen. Der Versuch wurde auf einer Latex-Vollmatratze der Härte II und einem Kopfkissen aus Latexschaum durchgeführt.

Ableitungsstellen sind: (1) M. latissimus dorsi
(2) M. trapezius, caudal
(3) M. trapezius, cranial
(4) M. trapezius, pars colli
Erdung am linken Handgelenk

		(1)	(2)	(3)
14^{30}	Rückenlage	o	-	o
14^{37}	leichte Unruhe	+-	+-	+-
14^{40}	Wendung nach rechts	++	++	++
14^{45}	Ruhelage rechts	o	o	o
14^{55}	leichte Unruhe	-	+-	-
15^{00}	Beruhigung	o	-	o
15^{15}	leichte Unruhe	+-	+	+-
15^{30}	Drehung nach halbrechts	+	++	+

Zeichenerklärung:
o = keine Potentialschwankungen
\- = geringe "
+- = mittlere "
\+ = starke "
++ = sehr starke "

Anschliessend an diesen Versuch, der sich auf die Beobachtung an drei Oszillographen beschränkte, wurden Filmaufnahmen von der Ruhelage und den verschiedenen Bewegungen angefertigt. Dabei wurden die Ableitungen (1) (2) (3)
und (4) (2) (3)
benutzt. Filmgeschwindigkeit: 15cm/sec,
Empfindlichkeit: 7,5uV/mm

Subj. Beurteilung: Gefühl des Schwebens, Kissen ist unangenehm. Gummigeruch.

Die beiden ausgeführten Versuche mit dem EMG haben gezeigt, dass sich eine derartige Versuchsanordnung für eine statistisch auswertbare Serie nicht eignet, weil :

1.) das Gerät nur unregelmässig und für kurze Dauer zugänglich ist, da es im Krankenhaus für neurophysiologische Zwecke ständig gebraucht wird.

2.) in 1sec 15cm Filmmaterial benötigt, und damit längere Beobachtungszeiten zu teuer werden.

3.) bei vier Eingängen der Apparatur nur drei einzelne Muskelpartien gleichzeitig beobachtet werden können.

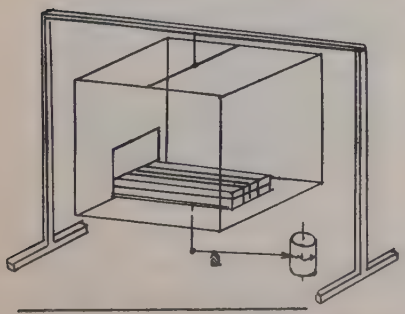
4.) der Schlafende nicht normale Umweltbedingungen vorfindet, wenn er in einem Laboratorium an vier Drähten angehängt schlafen soll.

Die Versuche wurden deshalb in dieser Richtung nicht weitergeführt. Als nächstliegende Möglichkeit bot sich jetzt eine ebenfalls nicht sinnesphysiologische Messung der Schlaftiefe mittels eines sogenannten Aktographen an. Hierbei handelt es sich im Grunde um eine Bewegungszählung.

B. Schlafkontrolle mit Benutzung des Aktographen.

In der Literatur stellen sich zwei Typen dieses Gerätes vor, die beide die Bewegungen der Versuchsperson durch Verlagerung ihres Schwerpunktes registrieren.

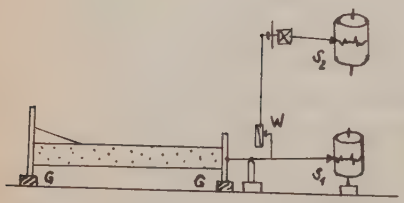
1.) Aktograph nach Szymansky +)



Das Gerät ist wegen seiner Ausmasse bestenfalls für Kleinkinder oder Versuchstiere geeignet.

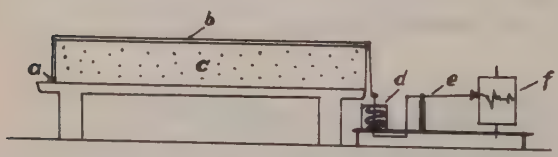
+) Aus "Schlaf und Traum" v. H.Winterstein, Istambul 1953.

2.) Aktograph nach W. Gerber 1922, eine Konstruktion von K.Nägele, Berlin. +)



Dieses Gerät überträgt Bewegungen des auf Gummipuffern G gelagerten Bettes auf einen Schreiber S_1. Ausserdem gestattet ein Potentiometer W die el. Fernbedienung eines zweiten Schreibers S_2.
Die Apparatur erlaubt eine Kontrolle der Bewegungen der Versuchsperson, ohne diese besonders zu belästigen.

Bei den nun folgenden Schlaftiefenkontrollen wurde ein Gerät eigener Entwicklung verwendet, das zwar eine gewisse Ähnlichkeit zu dem von Gerber angegebenen besitzt, jedoch nicht die Schwerpunktverlagerung des Gesamtsystems benutzt.



Erklärung: a Befestigung des nicht dehnbaren Leinenbandes b, welches über die Matratze c gespannt ist.
Die Federvorrichtung d hält das Band straff und begrenzt zugleich den Ausschlag des Zeigers e auf der Schreibtrommel f nach oben und unten.

Das Leinenband, das den Eindruck und jede Lageänderung des Körpers auf das Schreibsystem übertragen soll, liegt unter dem Leintuch direkt auf der Matratze etwa in Höhe der Schulterblätter.

+) W. Gerber, "Über den Schlaf und einen in der Praxis verwendbaren Schlafkontrollapparat". MMW 1922,II,1399.

Wirkungsweise dieses Aktographen.

Im unbelasteten Zustand ist das Leinenband stark gespannt. Bei Belastung der Matratze wird diese zusammengedrückt, und zwar mehr, wenn nahe dem Gerät, weniger, wenn fern davon belastet wird. Das folgende Schema verdeutlicht dies. Es lassen sich somit Bewegungen und Lageänderungen der Versuchsperson registrieren.

Für die Schlafkontrollen wurden zwei Aktographen verwendet, die sich im Prinzip völlig gleichen. Sie unterscheiden sich jedoch im äusseren Bild, da die erste Apparatur eine Neuentwicklung aus verschiedenen, handelsüblichen Bauteilen war und noch einiger Verbesserungen bedurfte. (Schreibermechanismus)

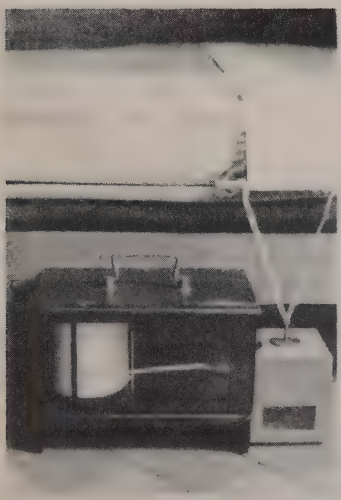
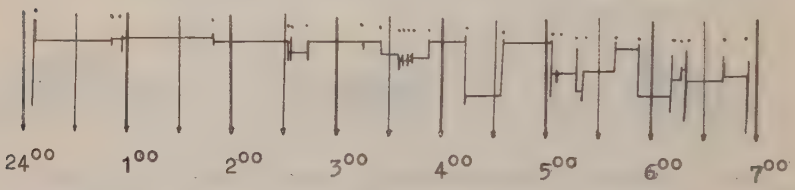


Bild 1, erstes Modell (mit Gehäuse)

Bild 2, zweites Modell (ohne Gehäuse)

Darstellung und Auswertung der Aktogramme.

Der aus der Schreibertrommel entnommene Messtreifen sieht beispielsweise wie der hier im Masstab 1 : 2 wiedergegebene Streifen Nr.6 der Versuchsserie aus



Nr. 6
Dat. 16./17.II.60.

Jede Bewegung der Versuchsperson stellt sich auf dem Streifen als eine senkrechte Amplitude dar. Läuft die Linie auf der Trommel nach einer Bewegung in einer anderen Höhe weiter, so handelt es sich ausserdem noch um eine Lageänderung.

Man kann annehmen, dass der Schlaf umso tiefer ist, je ruhiger der Körper bleibt. Dabei sind natürlich erhebliche Unterschiede zwischen den einzelnen Personen zu erwarten.

Jede Amplitude beinhaltet eine Arbeit, die der Schlafende gegen die Elastizität der Matratze und gegen sein Körpergewicht leisten muss.

Arbeit = Kraft x Weg

Die Amplitude, im Folgenden mit " a " bezeichnet, ist also proportional einer Arbeit. Der Reziprokwert " $\frac{1}{a}$ " wäre demnach als ein Mass für die Schlaftiefe anzunehmen.

+) Wöhlisch gibt in seiner Aufladungstheorie für den Begriff der Schlaftiefe eine dimensionslose Grösse an, die er als den Quotient

$$D = \frac{R_s}{R_w}$$

definiert.

R_s = Weckreiz ; R_w = Reizschwelle im Wachzustand.

+) E.Wöhlisch-s Aufladungstheorie des Schlafes u.d. Erholung. aus L.R.Müller, "Über den Schlaf!"

Wöhlisch geht bei allen seinen Betrachtungen über die Ermüdung und Erholung des Organismus von sinnesphysiologischen Schlaftiefenmessungen aus. Seine eigens definierte Grösse der Schlaftiefe D = reduzierter Weckreiz, wirkt sich deshalb auch nur mittelbar auf den Erholungsvorgang aus.

Eine unmittelbare Beeinflussung der Erholungsgeschwindigkeit durch die Schlaftiefe, wie sie in der Schlafmengenhypothese von Endres und Frey +) angenommen wird, kann von Wöhlisch nicht bestätigt werden, da seinen experimentell ermittelten Schlafdaten die physikalische Dimension der Masse fehlt. Letztere tritt aber in seiner Definition der Erholungsgeschwindigkeit auf. Er musste deshalb eine Reihe von Hilfsgrössen definieren und verwenden, um diese Klippe zu umgehen.

Der in unserem Falle gefundene Wert $\frac{1}{a}$ für die Schlaftiefe ist <u>nicht</u> identisch mit der Schlaftiefe D von Wöhlisch. Er hat physikalisch die Dimension $g^{-1} \cdot cm^{-2} \cdot sec^{2}$. In ihm ist die Masse enthalten.

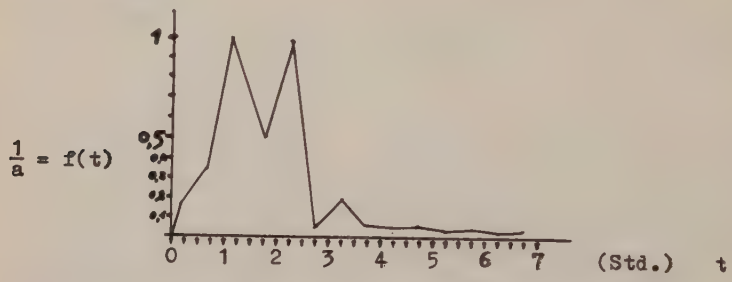
Nehmen wir also den auf der vorhergehenden Seite abgebildeten Messtreifen, der sich über einen Zeitraum von 7 Std. erstreckt, teilen ihn in 14 halbstündige Intervalle ein und tragen die Summe sämtlicher a - Werte jedes Intervalls in eine Tabelle ein.

Int. Nr.	a	$\frac{1}{a}$	n	$\frac{1}{n}$	Int. Nr.	a	$\frac{1}{a}$	n	$\frac{1}{n}$
1	6	0,16	1	1,0	8	15	0,07	5	0,2
2	3	0,33	2	0,5	9	21	0,05	1	1,0
3	0,1	1,0	0	2,0	10	16	0,06	1	1,0
4	2	0,5	1	1,0	11	43	0,02	4	0,25
5	0,1	1,0	0	2,0	12	21	0,05	2	0,5
6	21	0,05	3	0,3	13	42	0,02	3	0,3
7	5	0,2	2	0,5	14	32	0,03	2	0,5

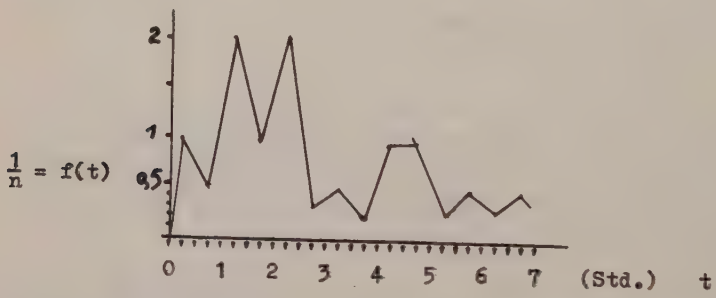
(n = Anzahl der Bewegungen)

+) G.Endres und W.v.Frey, Über Schlaftiefe und Schlafmenge. Z. f. Biol. 90, 70, 1930.

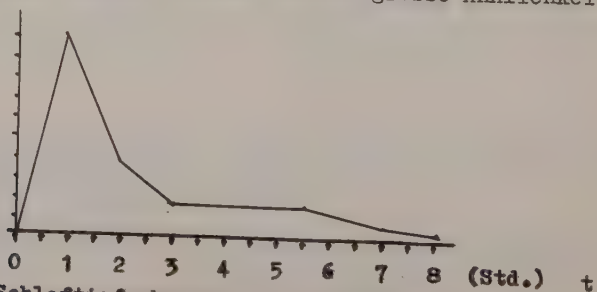
Die Werte vorstehender Tabelle lassen sich nun graphisch darstellen indem man die Schlaftiefe als eine Funktion der Zeit aufträgt.



Die Bewegungszahl als umgekehrt proportional der Schlaftiefe angenommen und als Funktion der Zeit dargestellt, gibt folgendes Bild :



Vergleichen wir jetzt diese beiden Kurven mit den Schlaftiefenkurven, welche bereits Kohlschütter 1862 mittels der akustischen Weckreizmethode aufgezeichnet hat und wie sie öfters bestätigt wurde, so muss uns die grosse Ähnlichkeit auffallen.



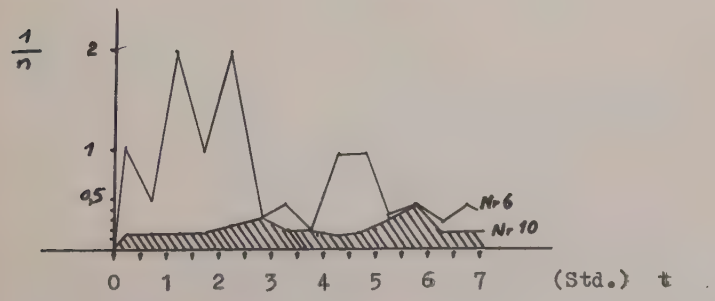
Schlaftiefenkurve von Kohlschütter

Der zeitliche Schlaftiefenverlauf muss natürlicher Weise nicht stets genau diesem Bild entsprechen. Ausserdem handelt es sich um ein besonders charakteristisches Bild einer einzelnen Messung. Bei den folgenden Untersuchungen des Einflusses der Versuchsmatratzen auf den Schlaf interessiert uns der genaue Verlauf der Schlaftiefe jedes einzelnen von über hundert Versuchen wohl nicht so sehr. Vielmehr käme es darauf an, ein einfach vergleichbares Mass für den Gesamterholungswert des Schlafes zufinden.

Vergleichen wir also einmal einen Teststreifen eines subjektiv als gut (Nr. 6), mit dem eines als schlecht (Nr. 10) angesprochenen Schlafes. Es ist beide Male dieselbe Versuchsperson.

Int. Nr.	n	$\frac{1}{n}$	Int. Nr.	n	$\frac{1}{n}$
1	1	1	1	7	0,14
2	2	0,5	2	7	0,14
3	0	2^+	3	7	0,14
4	1	1	4	7	0,14
5	0	2^+	5	4	0,25
6	3	0,33	6	3	0,33
7	2	0,5	7	5	0,2
8	5	0,2	8	5	0,2
9	1	1	9	6	0,16
10	1	1	10	5	0,2
11	4	0,35	11	3	0,33
12	2	0,5	12	2	0,5
13	3	0,33	13	7	0,14
14	2	0,5	14	7	0,14

$n_{ges.} = 27$ $n_{ges.} = 75$



Der Vergleich zeigt, bei gutem Schlaf wenige Bewegungen und eine steile Kurve, welche eine grosse Fläche einschliesst, bei schlechtem Schlaf eine Vielzahl von Bewegungen und eine flache Kurve, die nur eine geringe Fläche begrenzt.

Es müsste also ausreichen, wenn man beim Serienversuch nur die Anzahl der Bewegungen für die Auswertung benützt.

Das Versuchsprotokoll gibt ausserdem Aufschluss über die Versuchsperson, die Zeit, den Typ der verwendeten Matratze, den Kissentyp, die Art der vorwiegenden Ermüdung, über die Zeit und Art der letzten Mahlzeit vor dem Zubettgehen, den Gesundheitszustand, über die subjektive Beurteilung des Schlafes seitens der Versuchsperson, über das Wetter, die Anzahl der Bewegungen und der Lageänderungen während des Schlafes.

Die folgenden Seiten zeigen einen Auszug aus dem Versuchsprotokoll und die tabellarische Aufstellung der Versuchsergebnisse.

Die genauen Versuchsprotokolle liegen vollständig bei Herrn Dr. E. Kanz, dem Leiter des Institutes für hygienisch - bakteriologische Arbeitsverfahren der Fraunhofergesellschaft zur Förderung der angew. Forschung in München auf.

Versuchsprotokoll.

(Auszug)

Lfd. Nr.	1	12	76	89
Versuchsperson	Nr.I.	Nr.I.	Nr.II.	Nr.IV.
Datum	9. 2. 60.	24. 2.60	19.12.60.	22. 1.61.
Zeit	23^{00}-6^{00}	24^{00}- 7^{00}	20^{00}-3^{00}	22^{00}- 5^{00}
Matr./Kissentyp	Latex/Fed.	Latex/Lat.	Latex/Fed.	Latex/Fed.
Ermüdungsart	Studium, Fussmarsch	Studium Fussmarsch	Studium	Studium
psych.Momente	-	-	-	-
Letzte (Zeit) Mahlzeit (Art)	20^{00} Brot,Butt. Mate Tee	18^{00} Wurstbrot Bier	17^{00} Reis	19^{00} Wurstbrot Tee
Gesundheitszust.	o.B.	o.B.	o.B.	o.B.
Subjektive Beurteilung des Schlafes	norm.Schl. kurz erw. ca 4^{00}	traumreich erw. 6^{00} wieder eingeschlafen	guter Schlaf	einmal erw. sonst guter Schlaf
Wetterangaben mo.	-11 +15 66 714 K	+1 +11 94 748 R	-3 +9 90 702 S	-4 +12 95 710 N
abends	-11 +12 ↓ K	+1 +11 ↑ R	-4 +8 ↓ N	-7 +10 ↓ S
Temp./Feuchte	4kn/4wh	1wf/4wn	6wf/6nn	5wf/5nn
Besondere Auswertung nach der Schlaflage	Rü 1Std42m Re 4 " 10m Li 1 " 5m	Rü 4Std Re2 " 12m Li 45m	/	/
Störungen	/	/	/	/
Bewegungen	28	70	16	21
Lageänderungen	16	36	7	12

Erläuterungen:

Wetter : 1.) Temp. aussen in Grad Celsius (abends (morgens

2.) Temp. innen " " "

3.) rel. Luftfeuchtigkeit in %
↑ steigend, ↓ fallend

4.) Luftdruck in mm/Hg

5.) Wettererscheinungen Regen, Schnee, Nebel, Föhn, Wolken, klar.

Beispiel	
-11	-11
+12	+15
	66
↓	714
K	K
mo.	abends

Temp./Feuchte: k = kalt, n = normal, w = warm, t = trocken, f = feucht, 1=mittl.Schönwetter, 4/5=W-Umschlag, 6 = Wetterberuhigung.

Tabelle der Versuchsergebnisse.

Versuchsperson	Matratzen- und Kissensorten									
	A		B		C		D		E	
Nr. I	61	20	42	23	49	31	28	16	32	17
	74	32	50	20	36	24	31	17	39	22
	75	41	41	23	59	30	39	22	35	20
	62	32	50	25	43	17	49	29	36	19
	70	36	54	26	50	24	27	14	34	15
Nr. II	31	19	16	7	20	9	11	7	28	15
	23	13	24	10	30	17	18	13	37	18
	22	10	17	10	23	10	16	7	39	21
	15	6	23	13	29	17	7	4	26	16
	13	8	33	13	26	10	16	4	42	21
Nr.III	30	18	49	30	40	26	48	24	32	19
	40	21	43	17	35	18	32	14	27	16
	53	32	38	18	28	13	49	31	39	20
	62	34	35	19	30	19	40	20	34	16
	47	22	44	24	11	6	40	26	37	17
Nr. IV	35	21	32	14	28	21	29	22	26	14
	26	18	40	26	40	26	20	13	28	19
	32	15	24	16	25	18	21	12	27	20
	39	31	21	17	28	18	25	15	28	17
	31	26	27	18	40	28	26	17	25	19

Anmerkung : Die erste Zahl jeder Gruppe bedeutet die Anzahl der Bewegungen, die zweite die Anzahl der Lageänderungen während der Kontrollzeit von 7 Std.

A = Latexmatratze, einteilig mit Latexkissen
B = Polyäthermatr. " " Polyätherkissen
C = Kapokmatr. dreiteilig " Federkissen
D = Latexmatr. einteilig " Federkissen
E = Federkernmatr. dreiteilig " Federkissen

Es wurden insgesamt 119 Schlafkontrollen im Zeitraum von etwa einem Jahr durchgeführt von denen 100 in obiger Tabelle aufgeführt sind. Die fehlenden 19 Messwerte wurden nicht verwendet, weil sie entweder aus einer überzähligen Messung stammen, oder aussergewöhnliche Umstände den Schlaf störten.

Statistische Auswertung der Versuche.

An den Versuchsergebnissen interessieren uns vor allem folgende Fragen:

1.) Liegen die erhaltenen Zahlen im Bereich des Zufälligen oder sind sie tatsächlich abhängig von den Versuchsbedingungen?

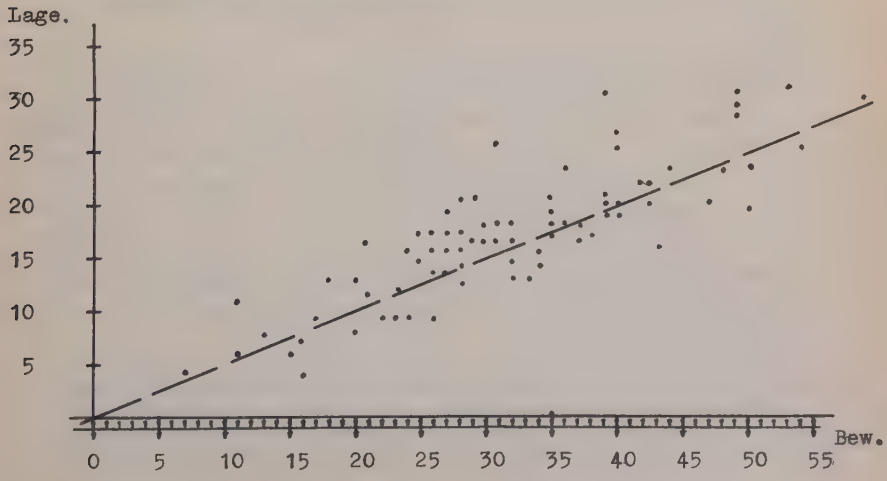
2.) Welchen Einfluss üben die einzelnen Schlaflagersorten (Matratze und Kopfkissen) auf den Schlaf aus?

3.) Wie gross ist die Abhängigkeit der Versuche von den Versuchspersonen?

Um diese Fragen klären zu können, bedienen wir uns des Verfahrens der doppelten Streuungszerlegung.

Dabei verwenden wir nur die Werte, welche die Anzahl der Bewegungen während des Schlafes angeben. Sie steht, wie wir früher auf Seite 35 festgestellt haben, in einem umgekehrten Verhältnis zur Schlaftiefe. Die Zahlen für die Lageänderungen stehen etwa in linearer Abhängigkeit zu denen der Bewegungen und bringen somit nichts Neues.

Das folgende Punktwolkendiagramm zeigt die Beziehungen zwischen Bewegungen und Lageänderungen.



Auswertung nach Matratzensorten und Versuchspersonen.

mittels der Streuungszerlegung. +)

Anzahl der Bewegungen

Versuchsperson	A	B	C	D	E	Summe	Durchschnitt
Nr. I	61	42	49	28	32		
	74	50	36	31	39		
	75	41	59	39	35		
	62	50	43	49	36		
	70	54	50	27	36		
	342	237	237	174	178	1166	46,64
Nr. II	31	16	20	11	28		
	23	24	30	18	37		
	22	17	23	16	39		
	15	23	29	7	36		
	13	33	26	16	42		
	104	113	128	68	172	585	23,40
Nr.III	30	49	40	48	32		
	40	43	35	32	27		
	53	38	28	49	39		
	62	35	30	40	34		
	47	44	11	40	37		
	232	209	144	209	169	963	38,52
Nr. IV	35	32	28	29	26		
	26	40	40	20	28		
	32	24	25	21	27		
	39	21	28	25	28		
	31	27	40	26	25		
	163	144	161	121	134	723	28,92
Summe	841	703	670	572	651	3437	
Durchschn.	42,05	35,15	33,50	28,60	32,55		34,37

Die Tabelle gibt uns die Summen und Durchschnitte nach S und P getrennt. Wir bilden nun als nächsten Schritt die Quadratsummen a) nach Matratzensorten (S)

b) nach Versuchspersonen(P)

c) zwischen S und P (S/P),

um damit mittels der Streuungszerlegung die Grösse des Einflusses der Matratzensorten und der Versuchspersonen feststellen zu können.

+) Doppelte und einfache Streuungszerlegung aus A. Linder, "Planen und Auswerten von Versuchen". Birkhäuserverlag Basel u. Stuttgart 1959.

Bildung der Summe der Quadrate zwischen den Matratzensorten;usw

$$SQ\,(S) = \frac{1}{20}\,(\,841^2 + 703^2 + 670^2 + 572^2 + 651^2\,) - \frac{3437^2}{100} =$$

$$= 0{,}05\,(707281 + 494209 + 448900 + 327184 + 423801) -$$

$$- 118129{,}69 = \underline{1939{,}06\ .}$$

$$SQ\,(P) = \frac{1}{25}\,(\,1166^2 + 585^2 + 963^2 + 723^2\,) - \frac{3437^2}{100} =$$

$$= 0{,}04\,(\,1359556 + 342225 + 927369 + 521284\,) -$$

$$- 118129{,}69 = \underline{7887{,}57.}$$

$$SQ\,(S/P) = \frac{1}{5}\,(\,342^2 + 237^2 + 237^2 + 174^2 + 176^2 +$$

$$+ 104^2 + 113^2 + 128^2 + 68^2 + 172^2 +$$

$$+ 232^2 + 209^2 + 144^2 + 209^2 + 169^2 +$$

$$+ 163^2 + 144^2 + 161^2 + 121^2 + 134^2) - \frac{3437^2}{100} =$$

$$= 0{,}2 \cdot 661037 - 118129{,}69 = \underline{14077{,}71\ .}$$

Jede Versuchsgruppe besteht aus fünf Einzelversuchen.
Zwischen fünf Matratzensorten haben wir 4 Freiheitsgrade, 1+)
zwischen den vier Versuchspersonen 3 Freiheitsgrade.
Insgesamt sind es für den ganzen Versuch mit 100 Messungen
99 Freiheitsgrade.

Die Summe der Quadrate insgesamt ergibt sich aus:

$$SQ = 61^2 + 74^2 + 75^2 + 62^2 + 70^2 + 42^2 + \ldots\ldots\ldots$$

$$\ldots\ldots + 28^2 + 25^2 - \frac{3437^2}{100} = 136171 - 118129{,}69 =$$

$$= \underline{18041{,}31\ .}$$

Zusammengefasst :

Streuung	Freih. Grade	Summe der Quadrate
Matratzensorten (S)	4	1939,06
Versuchspersonen (P)	3	7887,57
Zusammen	7	9826,63
zw. d. Sorten u. Pers.	19	14077,71
Unterschied = Wechselwirkung S · P	12	4251,08

1+) Bei gegebenem Durchschnitt sind von N Differenzwerten nur N-1 voneinander linear unabhängig. N-1 = Freiheitsgrad.

Zuerst soll uns nun eine einfache Streuungszerlegung darüber Aufschluss geben, ob zwischen den einzelnen Versuchsgruppen überhaupt ein Unterschied besteht, der den Rahmen des Zufälligen überschreitet.
Dazu ist es nötig, die "Durchschnittsquadrate" mit einander zu vergleichen.

$$\text{Durchschnittsquadrat (DQ)} = \frac{\text{Summe d.Quadrate (SQ)}}{\text{Anz.d.Freiheitsgr.(FG)}} .$$

Streuung	(FG)	(SQ)	(DQ)
Zw. d.Sorten u.Personen	19	14077,71	740,932
innerhalb d. Sorten u.P.	80	3963,60	49,545
insgesamt	99	18041,31	

$$F = \frac{DQ\ zw.}{DQ\ inn.} = \frac{740,39}{49,55} = 14,8$$

für die dazugehörigen Freiheitsgrade $n_1 = 19$ u. $n_2 = 80$ finden wir in der F - Verteilung bei P = 0,01 den Wert +)

$F_{0,01}$: 1,9 bis 2,4 .

Unser Wert von 14,8 liegt weit darüber; der Unterschied ist also nicht zufällig, sondern stark gesichert.
Um nun weiter den Einfluss der verschiedenen Matratzensorten und der Versuchspersonen auf das Versuchsergebnis festzustellen, ist es notwendig das Verfahren der doppelten Streuungszerlegung heranzuziehen.

+) F stellt das Verhältnis zwischen zwei Streuungen dar. Die F- Verteilung ist die Zahlentafel, welche mit den Sicherheitsschwellen P die Sicherheitsgranzen F_P für ausserhalb des Zufälligen liegende Gruppierungen in Abhängigkeit von den Anzahlen n_1 und n_2 der Freiheitsgrade angibt.

Doppelte Streuungszerlegung.

Streuung	(FG)	(SQ)	(DQ)
Matratzensorten (S)	4	1939,06	484,26
Versuchspersonen (P)	3	7887,57	2629,19
Wechselwirkung (S•V)	12	4251.08	345,26
Rest	80	3963,60	49,55
Insgesamt	99	18041,31	

1.) Ist die Wechselwirkung S • V gesichert ? Das heisst, haben Matratzensorten und Versuchspersonen Einfluss auf das Ergebnis?

$$F = \frac{345,26}{49,55} = 7,1 \qquad n_1=12 \; ; \; n_2=80 \; ;$$

$F_{0,05}$ liegt zwischen 1,8 und 1,9.

Die Wechselwirkung ist gesichert; es lässt sich eine neue Reststreuung durch Addition bilden.

Streuung	(FG)	(SQ)	(DQ)
Wechselwirkung S • V	12	4251,08	345,26
Rest	80	3963,60	
Zusammen	92	8214,68	89,29

2.) Ist der Einfluss der Matratzensorten gesichert ?

$F = \frac{484,26}{89,29} = 5,4 \qquad n_1=4 \; ; \; n_2=92 \; ; \; F_{0,01}$: 3,4 bis 3,6 .

Der Einfluss der Matratzensorten liegt also ausserhalb

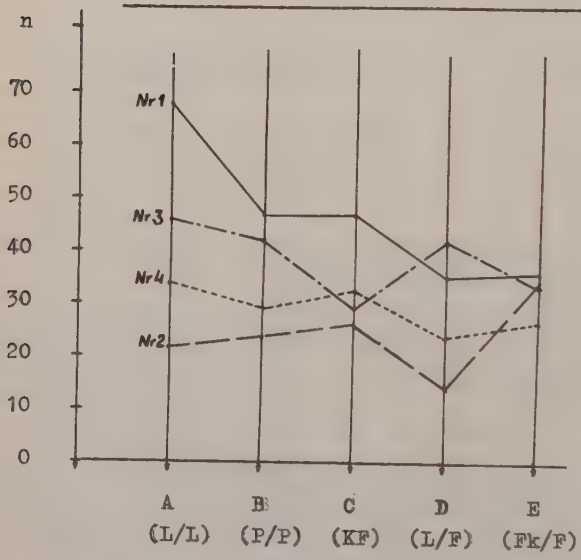
des Zufallsbereichs, weil F = 5,4 grösser ist als der Grenzwert $F_{0,01} = 3,6$.

3.) Wie stark macht sich der Einfluss der Versuchspersonen auf die Versuche bemerkbar ?

$$F = \frac{2629,19}{89,29} = 29,4 \qquad n_1=3 \; ; \; n_2=92 \; ; \; F_{0,01}: 3,9 \text{ bis } 4,1$$

Der Einfluss der Versuchspersonen fällt sehr stark ins Gewicht, weil F = 29,5 sehr viel grösser ist als $F_{0,01} = 4,1$.

Graphische Darstellung der Ergebnisse.



A B C D E bedeuten die fünf Matratzensorten.
Die Ordinate gibt die Bewegungszahlen, und damit ein Mass für die Schlafunruhe an, das heisst, je niedriger diese Zahl ist, umso besser war der Schlaf.

Sämtliche Punkte sind Mittelwerte aus fünf Messungen.
Nr 1, Nr 2, Nr 3, Nr 4 sind die Versuchspersonen.

Zusammenfassung der Versuchsergebnisse.

Die Schlaftiefe wurde bei vier verschiedenen Versuchspersonen auf fünf Matratzen- Kissen- Kombinationen mit Hilfe des Aktographen kontrolliert. Es wurde also die Schlafmotorik beobachtet. Diese lässt sich ohne Belästigung der Versuchsperson registrieren und gibt ein Mass für die Schlaftiefe. Das Aktogramm sagt nach der Ansicht von W. Müller Limmroth 1+) jedoch nichts aus über die Schlaftiefe im Zustand der völligen Bewegungslosigkeit. Diese Einschränkung wäre bei Einzeluntersuchungen der Schlaftiefe selbst als Bereichsgrenze der Apparatur von Bedeutung, wirkt sich aber bei Serienversuchen mit über 100 Beobachtungen nicht mehr aus.

Die statistische Auswertung der eigenen Untersuchungen nach der Methode der Streuungszerlegung ergab:

1.) dass der Einfluss der Versuchspersonen bei nur vier Personen noch sehr gross ist.

2.) dass der Einfluss der Matratzen- Kissen- Kombinationen deutlich hervortritt und keineswegs zufällig ist.

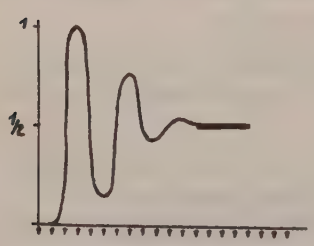
3.) dass der beobachtete Schlaf der vier Versuchspersonen auf der Latexmatratze mit Latexkissen am schlechtesten, dagegen auf der Latexmatratze mit Federkissen etwa gleichliegend mit der Kombination Federkernmatratze mit Federkissen am besten war. Die übrigen Typen lagen dazwischen, wobei sich die Kombination mit dem Federkissen als günstiger erwies.

Aus dieser Versuchsreihe kann der Schluss gezogen werden, dass das Kopfpolster zu einem sehr wesentlichen Teil den Schlaf beeinflusst. Der offensichtlich schlechtere Schlaf auf dem Schaumstoffkissen bestätigt die Beobachtung von E. Kanz, welche zu diesen Untersuchungen führten. Die Elastizität des Schaumstoffkissens, die oft zu Nackensteifigkeit und Resonanzschwingungen Anlass gibt, wirft die Frage nach der Notwendigkeit von schwingungsdämpfenden Eigenschaften der Matratze und des Kissens auf.

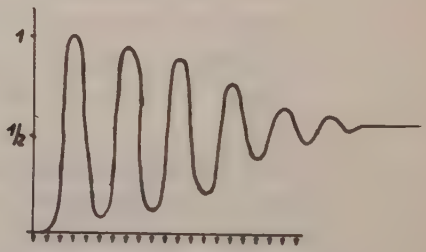
1+) W.Müller-Limmroth,Münster "Zudecke, Matratzen u.Patientenbekleidung aus der Sicht des Physiol" - Bekleidungsmed.6, 1961.

Untersuchung der Dämpfungseigenschaften.

Alle vorher erwähnten Untersuchungen lassen die Betrachtung einer Eigenschaft des gesamten Bettes, nämlich der Dämpfung von Schwingungen, vermissen.
Da es aber bekannt ist, dass der menschliche Körper Schwingungen im Frequenzbereich von 10 Hz selbst bei sehr kleinen Amplituden (0,05 mm bis 0,2 mm) als sehr lästig empfindet und ausserdem "liegend" eine Resonanzfrequenz von etwa 2 Hz besitzt +), scheint es doch notwendig zu sein, das Schlaflager auch in dieser Richtung zu untersuchen.
Als Verfahren zur Messung der Dämpfungseigenschaften kann man die Kontrolle des Ausschwingvorganges der belasteten Matratze nach einer Sprungbelastung verwenden. Dabei zeigt sich dann das Bild einer mehr oder weniger gedämpften Schwingung.



Starke Dämpfung des Ausschwingvorganges.

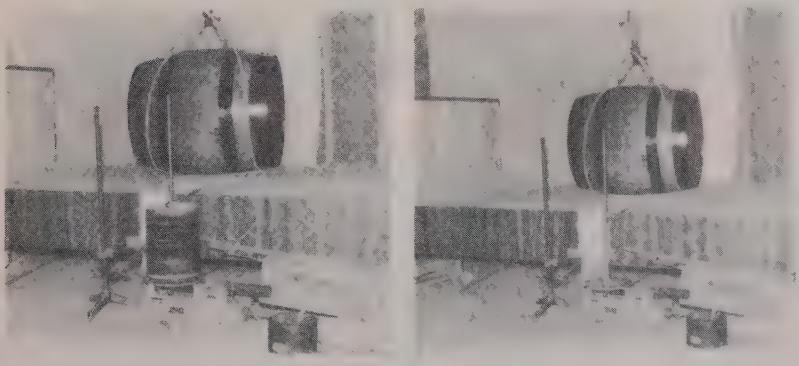


Schwache Dämpfung.

Für diese Schwingungsversuche musste eine Apparatur erstellt werden, die den normalen, natürlichen Gegebenheiten weitgehend entsprach.

1) Aufbau der Versuchsapparatur.

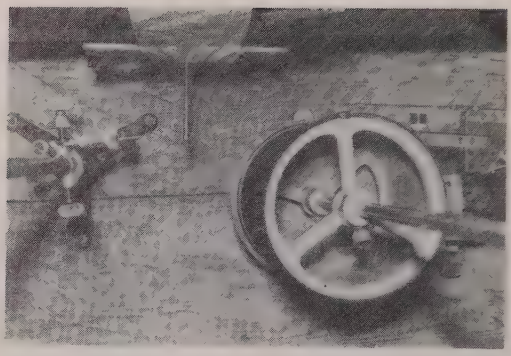
Das Versuchsbett hatte einen sehr straff bespannten Federrahmen. Über die jeweilige Versuchsmatratze war ein Leinenband, wie bei den zuerst besprochenen Versuchen mit dem Aktographen, gespannt und mit einem Stift versehen worden, der einen Zeiger steuerte. Der Zeiger trug einen Schreibstift, welcher ein berusstes Papier auf einer Schreibertrommel beschrieb. Ein zweiter Schreibstift war mit einem Zeitgeber (elektr.) verbunden. Diese Art des Schreibsystems, der Chymograph, wird in der Physiologie häufig verwendet.
Die Sprungbelastung erfolgte durch ein wassergefülltes Fass, von 71 kg Gesamtgewicht, das 1 mm über der Matratze schwebte und beim Versuch völlig ausgeklinkt wurde.
Die Kissenversuche wurden mit einer 2 kg schweren Korbflasche als Kopfmodell und einer Fallhöhe von 10 mm ausgeführt.



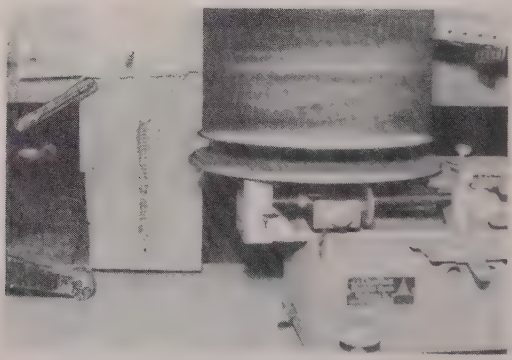
Apparatur zur Aufnahme der Dämpfungskurven.

Mit aufgesetzter Chymographentrommel.

Mit abgenommener Chymographentrommel



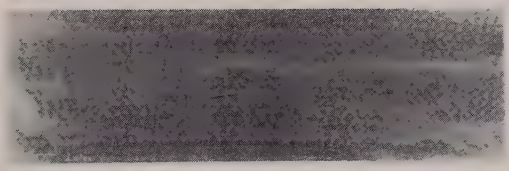
von oben:
Chymograph mit Zeitgeber, Abnahmeband, Führungsstift und Zeiger.



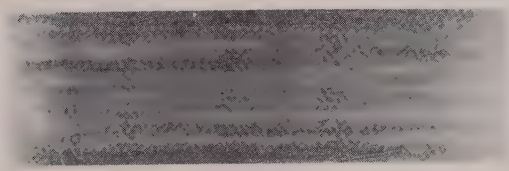
von der Seite:
Chymograph, Bandspannvorrichtung, Stift und Zeiger.

von oben:
Apparatur zur Dämpfungsmessung für Kopfkissen.

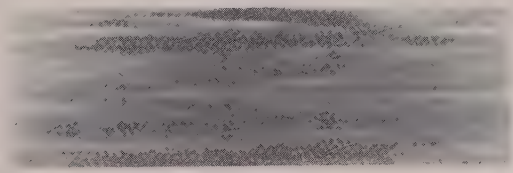
2) C h y m o - g r a m m e .



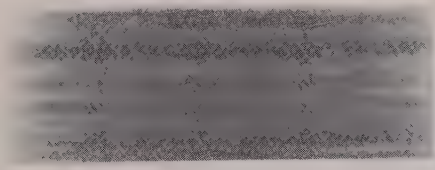
1.) Latexmatr. auf normaler, straffer Unterlage



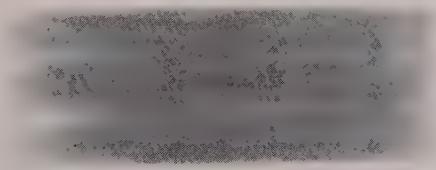
2.) Latexmatr. auf starrer Holzunterlage.



3.)Polyaethermatratze auf normaler,straffer Unterlage.



4.)Kapokmatr. auf normaler Unterlage.



5.)Federkernm. auf normaler Unterlage.

6.)Kopfkissen
a) Latex
b) Polyaether
c) Federkissen.

Erläuterungen zu den Chymogrammen Seite 51.

Zu 1.) Die Latexmatratze lag auf einem normalen, straff bespannten Federrahmen. Nach einer einmaligen Sprungbelastung begann das gesamte System bestehend aus Federrahmen, Matratze und Last (Fass als Körpermodell) auszuschwingen. Nach 12 vollen Schwingungen kam das System zur Ruhe. Die gestrichelte Linie parallel zur Abszisse rührt vom Zeitgeber her, welcher auf 1 sec eingestellt ist. Auswertung : S 53.

Zu 2.) Die Latexmatratze lag nun auf einem starren Holzbrett. Beim Sprungbelastungsversuch benötigte dieses System nur 6 Schwingungen, um zur Ruhe zu kommen. Ausgewertet wurde nur die rechte Kurve. Auswertung : S54.

Zu 3.) Der Versuch zeigt den Ausschwingvorgang bei einer Polyaethermatratze auf dem normalen straffen Federrahmen. Die Ruhe trat nach 9 1/2 Schwingungen ein. Auswertung : S 54.

Zu 4.) Das System des 4. Versuches bestand aus dem Federrahmen der vorigen Versuche, einer dreiteiligen Kapokvollmatratze und der Last. Es kam nach 5 Schwingungen zur Ruhe. Ausw.: S 55.

Zu 5.) Ausschwingvorgang des Systems Federrahmen, Federkernmatratze und Last innerhalb von 4 Schwingungen. Der Vorgang ist auf dem Bild 2 mal dargestellt. Auswertung : S 55.

Zu 6.) Die Sprungbelastungskurven der drei Kopfkissen sind im Russ - Original nur sehr schwach ausgefallen und deshalb nur sehr schwer photographisch wiederzugeben. Sie sind daher auf Seite 59 in Originalgrösse dargestellt und diskutiert.

Die mit der angegebenen Apparatur erhaltenen Chymogramme liefern die Darstellung des Ausschwingvorganges nach einer Sprungbelastung des Systems. Ausserdem ist die Zeitmarkierung gegeben. Daraus lässt sich die Eigenfrequenz des jeweiligen Systems errechnen.

Zur weiteren Auswertung, d.h. um die Dämpfungseigenschaften der verschiedenen Matratzen und Kissen vergleichen zu können, werden die im Chymogramm dargestellten Amplituden nach positiven und negativen Ausschlägen geordnet in Tabellen aufgetragen.

3) Auswertung der Dämpfungskurven.

Der Zeiger der Versuchsapparatur vergrösserte die Ausschläge im Verhältnis 2:1 .
1 Sekunde entsprach auf der Walze einem Weg von 54 mm = x_o.

Wir erhalten somit folgende Tabellen:

1.) Latexmatratze auf normaler Unterlage.

Wellenlänge λ_x = 36 mm ; daraus: Frequenz f= 1,5 Hz.

x(mm)	t(sec)	Amplitude a	Amplitude $\frac{a}{2}$	Abweichung (+) (-)
10	0,19	154	77	39,5
33	0,61	22	11	26,5
43	0,8	140	70	32,5
63	1,17	35	17,5	20,0
73	1,35	118	59	21,5
92	1,7	46	23	14,5
102	1,89	102	51	13,5
122	2,26	56	28	9,5
133	2,44	92	46	8,5
151	2,8	64	32	5,5
162	2,9	88	44	6,5
177	3,28	68	34	3,5
187	3,47	82	41	3,5
205	3,8	71	35,5	2,0
217	4,02	79	39,5	2,0
230	4,26	73	36,5	1,0
242	4,48	77	38,5	1,0
256	4,74	74	37	0,5
267	4,95	76	38	0,5
281	5,2	74	37	0,5
291	5,38	76	38	0,5
304	5,64	74	37	0,5
314	5,82	76	38	0,5
328	6,07	75	37,5	- 0 -

2.) Latexmatratze auf starrer Holzunterlage.

Wellenlänge λ_x = 22 mm ; daraus: Frequenz f= 2,44 bis 3,05 Hz

x(mm)	t(sec)	a	$\frac{a}{2}$	(+) (-)
11	0,24	50	25	8,0
22	0,41	16	8	9,0
33	0,61	43	21,5	4,5
44	0,82	28	14	3,0
54	1,0	37	18,5	1,5
63	1,17	32	16	1,0
70	1,3	35	17,5	0,5
78	1,44	33	16,5	0,5
87	1,61	35	17,5	0,5
96	1,78	34	17	0
103	1,91	35	17,5	0,5
111	2,06	34	17	- 0 -

3.) Polyaethermatratze auf normaler Unterlage.

x(mm)	t(sec)	a	$\frac{a}{2}$	(+) (-)
13	0,24	200	100	50,5
33	0,61	28	14	35,5
45	0,83	170	85	35,5
64	1,19	54	27	22,5
76	1,41	138	69	19,5
94	1,74	72	36	13,5
106	1,96	120	60	10,5
124	2,3	86	43	6,5
135	2,5	110	55	5,5
152	2,8	92	46	3,5
162	3,0	105	52,5	3,0
179	3,3	97	48,5	1,0
189	3,51	101	50,5	1,0
206	3,82	97	48,5	1,0
216	4,0	100	50	0,5
230	4,26	97	48,5	1,0
240	4,45	99	49,5	0
254	4,7	98	49	0,5
264	4,9	99	49,5	- 0 -

Wellenlänge λ_x= 30mm

Frequenz:

f = 1,8 bis 3,7 Hz

4.) Kapokmatratze auf normaler Unterlage.
Wellenlänge λ_x = 28 mm ; daraus: Frequenz f = 2 Hz .

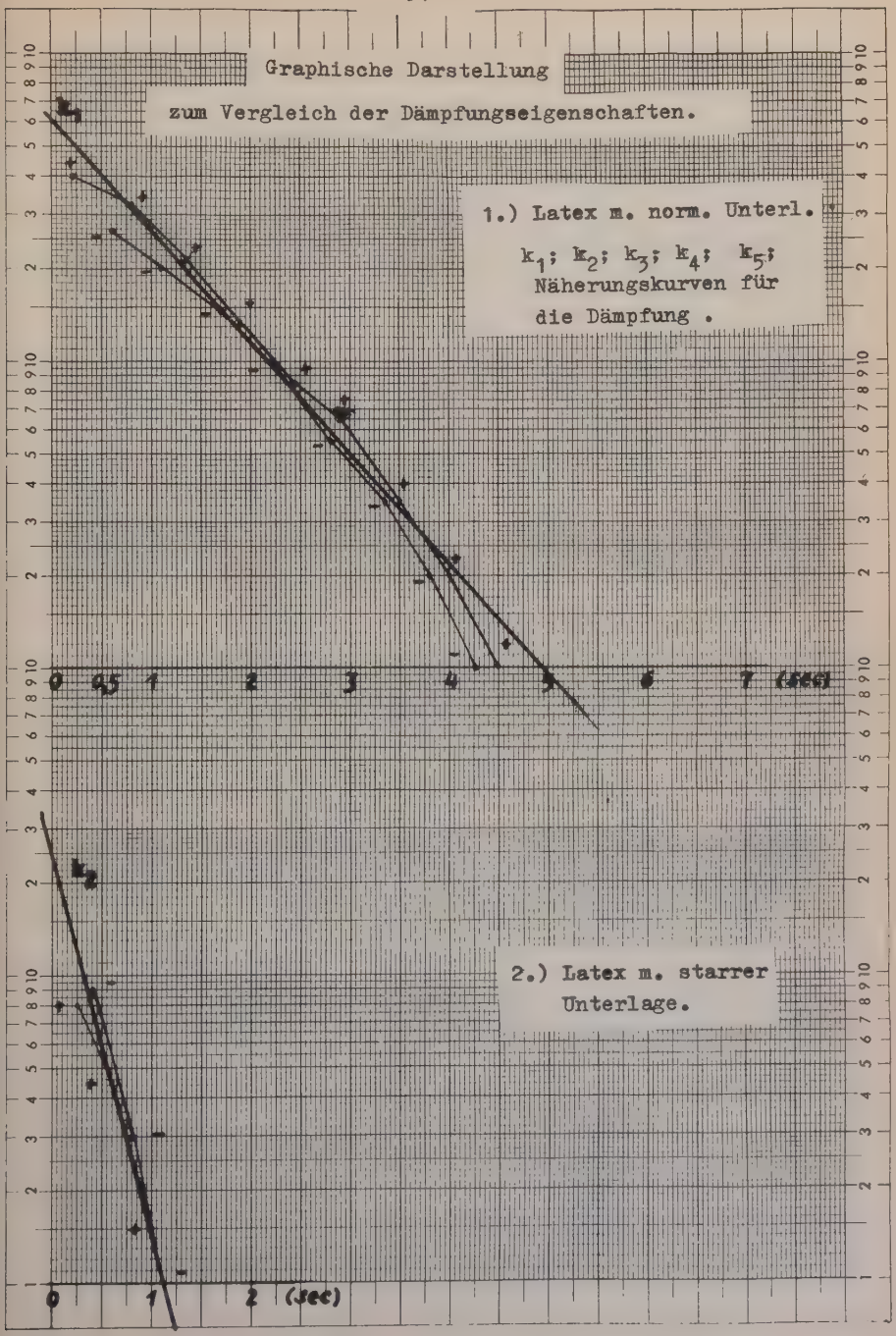
x(mm)	t(sec)	a	$\frac{a}{2}$	(+) (-)
12	0,22	134	67	30,0
28	0,52	36	18	19,0
40	0,74	110	55	18,0
56	1,04	52	26	11,0
68	1,26	96	48	11,0
84	1,56	64	32	5,0
96	1,78	84	42	5,0
112	2,08	72	36	1,0
124	2,3	78	39	2,0
140	2,5	74	37	- 0 -

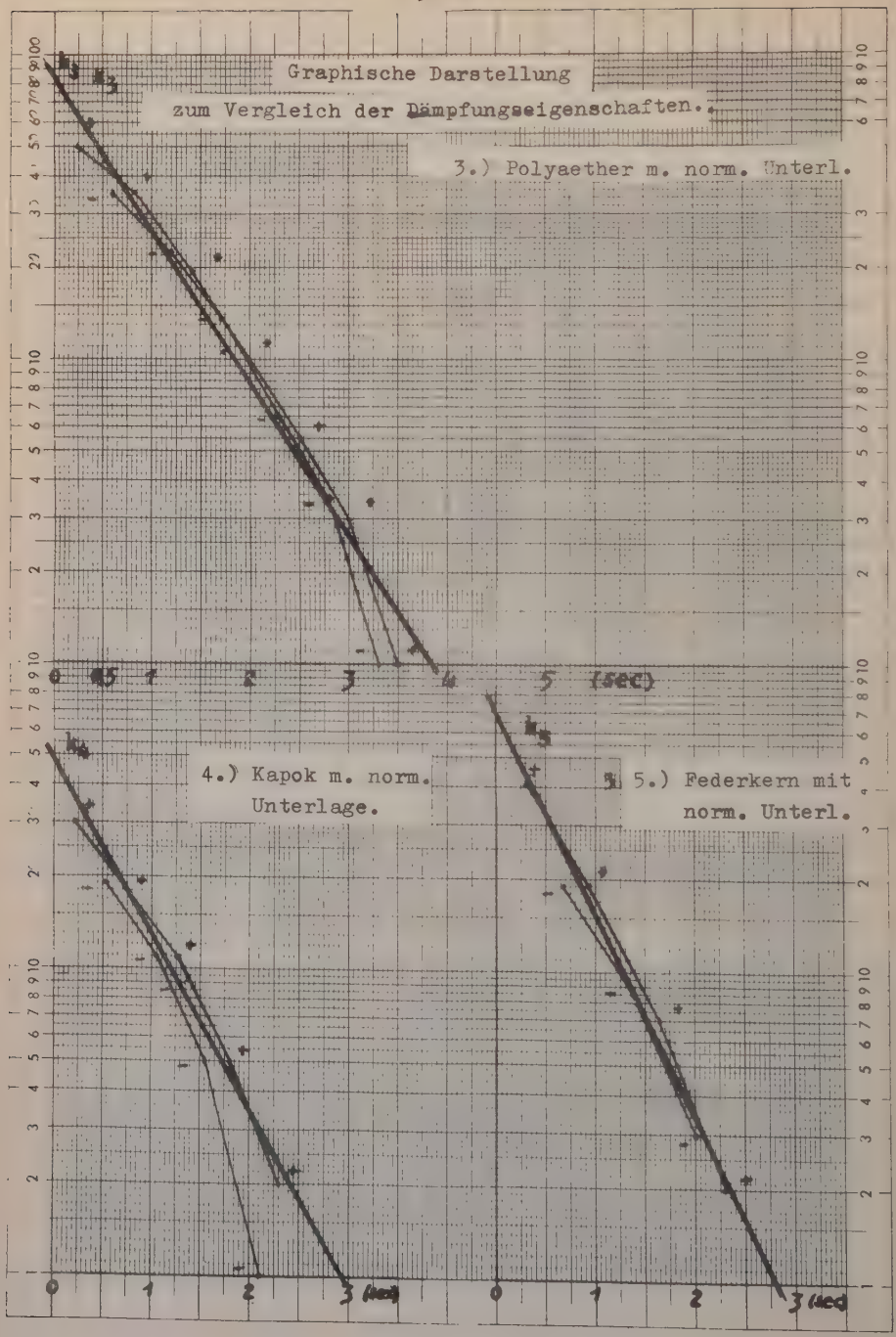
5.) Federkernmatratze auf normaler Unterlage.
Wellenlänge λ_x = 36 mm ; daraus: Frequenz f = 1,5 Hz.

x(mm)	t(sec)	a	$\frac{a}{2}$	(+) (-)
16	0,3	140	70	41,0
36	0,67	20	10	19,0
52	0,92	96	48	19,0
72	1,34	40	20	9,0
88	1,64	72	36	7,0
108	2,0	52	26	3,0
124	2,3	62	31	2,0
144	2,67	57	28,5	0,5
160	3,0	58	29	- 0 -

6.) Ausschwingvorgang bei den drei Kissensorten.

a) Latex. maximale Ampl.: 56 mm; Ausschwingzeit: 0,35 sec.
b) Polyaether " " 81 mm; " 0,6 sec.
c) Federkissen " " 36 mm; " 0,2 - 0,5 sec.


Graphische Darstellung
zum Vergleich der Dämpfungseigenschaften.
1.) Latex m. norm. Unterl.
k_1; k_2; k_3; k_4; k_5;
Näherungskurven für
die Dämpfung .
0 ,5 1 2 3 4 5 6 7 (sec)
2.) Latex m. starrer
Unterlage.
0 1 2 (sec)


Graphische Darstellung
zum Vergleich der Dämpfungseigenschaften.
3.) Polyaether m. norm. Unterl.
4.) Kapok m. norm. Unterlage.
5.) Federkern mit norm. Unterl.
(sec)

4) Ergebnisse der Dämpfungsversuche.

Wir haben aus den fünf Dämpfungskurven, die jeweils aus einer Komponente der Schwingungen nach unten und einer Komponente derer nach oben bestehen, die dazugehörigen Näherungen in der Form der fünf Geraden k_1, k_2, k_3, k_4, k_5 graphisch erhalten.
Die Dämpfung von Schwingungen folgt normalerweise der Exponentialfunktion. Um nun als Näherung eine Gerade zu bekommen, wurden die Werte der vorhergehenden Tabelle der Abweichungen von der Ruhelage im belasteten Zustand auf einer logarithmischen Skala aufgetragen.
Es können so die Steigungen ($m_1 \ldots m_5$) der Geraden ($k_1 .. k_5$) abgelesen und mit einander verglichen werden.

Je steiler die Gerade ist, desto stärker ist die Dämpfung.

k_1 (Latex, Federrahmen): $m_1 = \frac{-11,1}{9,9} = -1,12$
k_2 (Latex, starre Unt.) $m_2 = \frac{-8,7}{2,3} = -3,78$
k_3 (Polyaeth. Federr.) $m_3 = \frac{-12,0}{7,8} = -1,54$
k_4 (Kapok, Federrahmen) $m_4 = \frac{-10,4}{5,9} = -1,76$
k_5 (Federkern, Federr.) $m_5 = \frac{-11,6}{5,7} = -2,04$

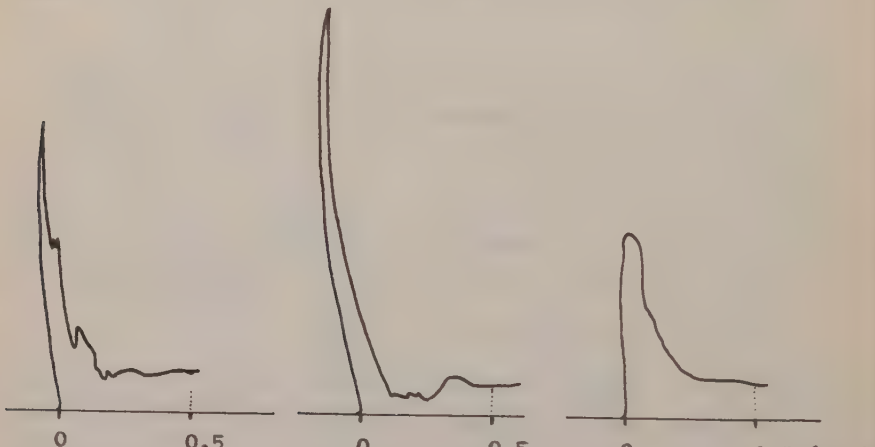
Wir sehen also, dass das System "Latexmatratze mit starrer Unterlage" die grösste Dämpfung aufweist. Es folgen dann erst die Sorten mit normaler Unterlage, das heisst mit dem üblichen Federrahmen, in der Reihenfolge Federkern, Kapok, Polyaether und Latex.

Für die Dämpfung, bezogen auf Federkern, und für die Eigenfrequenzen der Systeme ergibt sich nun folgende Tabelle:

Sorte	Eigenfrequ.	Dämpfung
Latex, Federrahmen	1,8 - 2,2 Hz	55 %
Latex, starre Unterlage	2,4 - 3 Hz	185 %
Polyaether, Federrahmen	1,8 - 3,7 Hz	75,5 %
Kapok, Federrahmen	2 Hz	86,5 %
Federkern, Federrahmen	1,5 Hz	100 %

Die Eigenfrequenzen der verschiedenen Sorten liegen zwischen 1,5 Hz und 3,7 Hz, also im Bereich von 2 Hz. Dies ist gerade der Bereich, den Hampe für die Resonanz des liegenden Körpers angibt. +)

Die Dämpfungsmessungen an den Kopfkissen zeigen ein ganz anderes Bild, welches sich rechnerisch schwerer erfassen lässt.



a) Latexkissen b) Polyaetherk. c) Federkissen

Das Latexkissen weist eine verhältnismässig grosse elastische Verformung auf, was sich durch den mehrstufigen Ausschwingvorgang ausdrückt.
Die einmalige hohe Spitze beim Polyaetherkissen deutet auf ein Einknicken und folgendes Zurückschnellen bei Belastung hin.
Das Federkissen letztlich geht nach der Sprungbelastung langsam ohne Schwingungen in die Form über, die es im belasteten Zustand annimmt.

Die bogenförmige Verzerrung der Kurven rührt von der Kreisbahn des Zeigers her. Ausserdem sind die Kurven in verschiedenen Höhen der Chymgraphenwalze entstanden.

+) E.A. Hampe, München, in "Kunststoffe 11, 1957.

Zusammenfassung der Dämpfungsversuche.

A. Matratzenversuche:

Aus den Untersuchungen waren

1.) die Eigenfrequenzen der Bettsysteme, bestehend aus der Matratze und deren Tragrahmen, zu ersehen,

2.) ein Vergleich der schwingungsdämpfenden Eigenschaften dieser Systeme möglich.
Die folgende Tabelle zeigt dies nochmals:

Bettsystem	Eigenfrequenz	Dämpfung
Latex, Federrahmen	1,8 - 2,2 Hz	55 %
Latex, starre Unterlage	2,4 - 3 Hz	185 %
Polyaether, Federrahmen	1,8 - 3,7 Hz	75,5%
Kapok, Federrahmen	2 Hz	86,5%
Federkern, Federrahmen	1,5 Hz	100 %

Für den Vergleich der Dämpfung wurde als Bezugssystem die Federkernmatratze mit einem Federrahmen gewählt.

3.) Aus diesen Ergebnissen kann der Schluss gezogen werden, dass bei der Herstellung eines optimalen Bettes nicht allein die Wahl der Matratze von Bedeutung ist, sondern der Aufbau des gesamten Bettsystems, bestehend aus einem mehr oder weniger elastischen Traggestell (Federrahmen oder dergl.) und dem Matratzenkörper (ein- oder mehrteilig).

B. Kissenversuche:

Bei diesen Versuchen erwies sich die Eigenschaft einer starken Schwingungsdämpfung des Materials als besonders ausschlaggebend. Schon bei den vorangegangenen Schlafkontrollen hatte sich gezeigt, dass alle Matratzen- Kissen- Kombinationen, die Federkissen verwendeten, zu günstigeren Ergebnissen führten, als jene mit Schaumstoffkissen.
Der Vergleich der Sprungbelastungsdiagramme auf Seite 59 bestätigt, dass man diese Ergebnisse auf die sehr unterschiedlichen Dämpfungseigenschaften der Kopfpolster zurückführen darf; denn es erwies sich, dass die Dämpfung

1.) bei dem Latexkissen sehr gering,
2.) beim Polyaetherkissen etwas besser, aber mit einer Neigung zum Einknicken verbunden,
3.) beim Federkissen stark hervortritt.

Zusammenfassung der Ergebnisse und Kritik.

In den vorangegangenen Kapiteln wurden die neueren Polsterwaren aus Latex- und Kunststoffschaum speziell in der Form von Matratzen und Kopfkissen den herkömmlichen Matratzenpolstern in einer Reihe von Untersuchungen gegenübergestellt. Dabei sollte festgestellt werden, ob es stichhaltige Gründe dafür gibt, dass diese Polster von so vielen Krankenhäusern abgelehnt werden. Die Hygiene des Schlafmilieus, wozu nicht allein die Bakteriologie gehört, wurde hier von allen erdenklichen Seiten beleuchtet.

1.) Nach mechanischen Gesichtspunkten durch fremde und eigene Untersuchungen.

2.) Bezüglich der sonstigen physikalischen und chemischen Eigenschaften durch fremde Untersuchungen.

3.) Hinsichtlich ihrer bakteriologischen Eigentümlichkeiten durch eine Anzahl von Fremduntersuchungen.

4.) Physiologisch nach den Beziehungen zwischen Matratzensorte und Erholung im Schlaf durch Umfragen von anderer Seite und durch eigene Versuche.

Die allgemeinen Anforderungen an Schaumstoffmatratzen sind in dem Normblatt DIN 13013 bereits genau umrissen. Es sind hierin Richtwerte für die chemischen und physikalischen, besonders für die mechanischen Eigenschaften gegeben, welche eingehalten werden müssen und im Rahmen der Werte für die herkömmlichen Polsterwaren liegen.

Zu Punkt 1.) Die Matratzen aus Latex- oder Kunststoffschaum sind mechanisch mehr beanspruchbar als vergleichsweise die Federkernmatratze. Ihre schwingungskämpfende Wirkung ist geringer für den Fall, dass normal bespannte Federrahmen verwendet werden. Die Eigenfrequenzen aller Matratze- Rahmen- Kombinationen liegen in dem kleinen Bereich zwischen 1,5 und 3,7 Hz.

Zu Punkt 2.) Die Schaumstoffmatratze bildet, im Gegensatz zu allen herkömmlichen Polsterarten, keinen Staub. Sie hat etwas geringeres Wärmeleitvermögen und eine geringere Luftdurchlässigkeit (beides 70-90 %) als das Vergleichsmaterial.
Die Wasseraufnahmefähigkeit ist bei Schaumstoffen viel kleiner (30 - 50 %).
Latex- und Kunststoffschäume sind waschbar und desinfizierbar mit den üblichen Chemikalien.
Latexschaum wird jedoch von Kupfer und dessen Legierungen, durch Jod und Jodverbindungen sowie durch direktes Sonnenlicht geschädigt.
Nach dem Normblatt sollen Schaumstoffmatratzen geruchlos sein. Die für die besprochenen Versuche verwendete Latexauflage strömt jetzt noch nach zwei Jahren Gebrauchszeit einen merklichen Gummigeruch aus.

Zu Punkt 3.) Latex ist bakteriostatisch und bakterizid, der Kunststoffschaum nicht.

Zu Punkt 4.) Durch statistisch einwandfrei belegte Versuchsreihen wurde nachgewiesen, dass verschiedene Matratzensorten und Kissensorten verschiedenartige Einflüsse auf den Schlaf haben. Bei den verwendeten Matratzen- Kissen- Kombinationen zeigte sich :

a)	Latexmatr. / Latexkissen	ungünstig
b)	Polyaether / Polyaetherk.	mittelmässig
c)	Kapokmatr. / Federkissen	mittelmässig
d)	Latexmatr. / Federkissen	sehr gut
e)	Federkern / Federkissen	sehr gut

Zu Punkt 4.) Der Effekt der Schwingungsdämpfung erwies sich bei den Matratzensorten selbst als von geringerer Bedeutung, für das ganze Bettsystem, bestehend aus Tragrahmen und Matratzenkörper dagegen von höherer. Ausschlaggebend für die Brauchbarkeit ist die Dämpfung bei den Kissensorten.

Schlussbetrachtung der Untersuchungsergebnisse.

In der Gesamtheit betrachtet darf man sagen, dass die Schaumstoffmatratze - unter der Voraussetzung, dass sie auch bezüglich ihres Tragrahmens richtig angewendet wird - mit allen ihren Vor- und Nachteilen der besten herkömmlichen Polsterart, der Federkernmatratze, ebenbürtig ist. Dabei liegt die Kunststoffschaummatratze aus Polyaether hinsichtlich ihres Gebrauches günstiger als die Latexschaummatratze. Diese Feststellung vermag auch die Tatsache zu erklären, dass man (siehe Seite 6 Tabelle) in dem unter Nr.1o angegebenen Krankenhaus mit den Schaumstoffmatratzen, mit welchen die neuerrichteten Stationen versorgt sind, voll zufrieden ist. Es wurden hier auch die geeigneten Federrahmen verwendet. Die Misserfolge mit diesen Polstersorten sind vor allem auf die Verwendung von Matratzenrahmen, welche speziell für Federkernauflagen geeignet sind, aber auch auf die Benützung alter, nicht der DIN 13o13 (Norm) entsprechender Typen und schliesslich auf unsachgemässe Behandlung der Matratzenkörper zurückzuführen.

Die bei den Untersuchungen benutzten Kopfkissen aus Latex- und Kunststoffschaum entsprechen nicht den Erfordernissen und sind in ihrer derzeitigen Form abzulehnen, weil sie ihrer hohen Elastizität und der damit im Zusammenhang stehenden geringen schwingungsdämpfenden Wirkung den Schlaf stören.

Kritische Betrachtung der Untersuchungen.

Dem Ergebnis aller hier angeführten Untersuchungen ist zu entnehmen, dass Umfragen allein nur zu subjektiven Ergebnissen bei der Lösung der Matratzenprobleme führen könnten. Das Matratzenmaterial wurde, wie angeführt, schon nach vielen Richtungen von den verschiedensten Seiten getestet. Dabei fehlte die Untersuchung der schwingungsdämpfenden Eigenschaften der Matratzen und Kissen, sowie ein Bindeglied, welches die Auswirkungen der Materialeigenschaften auf den Schlaf, soweit sein Wesen geklärt ist, aufzeigt.

Zu den durchgeführten eigenen Versuchen, welche die Beziehungen zwischen dem Schlaf und der Art des Bettes untersucht haben, sei kritisch bemerkt, dass der Einfluss von Seiten der Versuchspersonen noch sehr gross war. Wollte man die angegebene grobe Differenzierung nach den Bettensorten verfeinern, so müsste die Anzahl der Versuchspersonen wesentlich erhöht werden.

L i t e r a t u r v e r z e i c h n i s .

Baumüller, "Verringerung der Infektionsgefahr durch Schaummatratzen" Ztschr. Die Gemeindeunfallversicherung. Nr.12, 1958.

Bayerische Landesgewerbeanstalt Nürnberg, Gutachten über die Brauchbarkeit von Schaumstoffmatratzen. (Für ein spezielles Fabrikat). 1961

Bulirsch J. Kleine Materialkunde für den Polsterer (1955).

Endres G. u. v.Frey W. "Über Schlaftiefe und Schlafmengen" Z. f. Biol. 90, 70 1930.

Exner in Hermanns Handbuch der Physiologie Bd.II, Kapitel Schlaf.

Fischer H. "Latex- Schaummatratzen im deutschen und englischen Krankenhaus." Wibu - Blätter 1. 5. 1955.

Gabar Reformrundschau Nov.1960, Kundenzeitschr. v. Schwabe Co. Bad Homburg.

Gerber W. "Über den Schlaf des Menschen und einen in der Praxis verwendbaren Schlafkontrollapparat. M.M.W. 1922 II, 1399.

Grün L. "Die Matratze im Blickpunkt moderner Krankenhaushygiene." Das Krankenhaus Nr. 7, 1959.

Hampe E.A. "Entdröhnung von Fahrzeugkarosserien" Kunststoffe Nr. 11, 1957.

Heicken Bericht an die T.U. Berlin Institut für Krankenhausbau im Dez. 1955.

Kanz E. "Die hygienische Bedeutung der Latex - Schaummatratze." Dt. med. W. Nr. 13 1954.

Kaunitz H.u. Selzer L. "Über Veränderungen des Sauerstoffverbrauches und des Mineralstoffwechsels der Leber bei Ermüdung." Z.f. exp. Med. Bd. 102 S 350-355.

Kikuth W. u. Grün L. "Zur Hygiene und Bakteriologie des Staphylokokken - Hospitalismus." M.M.W. Nr.16,1957.

Kleitmann and Camille "Studies on the physiology of sleep." IV. American I. Physiol. 100, 474, 1932.

Kliewe H. "Bakteriologische Prüfungsergebnisse mit X Y Latexschaum" Gutachten des Hyg. Inst. der Univ.Mainz Nov. 1954.

Kohlschütter E. "Messungen der Festigkeit des Schlafes." Diss. Leipzig 1862.

Linder A. "Planen und Auswerten von Versuchen!" Kapitel: Einfache und doppelte Streuungszerlegung. Birkhäuserverlag Basel u. Stuttg. 1959.

Mautner "Schlaf", Wiener klin. Wochenschr. Nr.10, 1910.

Michelson "Untersuchungen über die Tiefe des Schlafes." aus Kraepelins psychol. Arbeiten Bd.II S 84.

Müller L.R. "Über den Schlaf" 2. Aufl. 1948.

Müller - Limmroth W. "Zudecken, Matratzen und Patientenbekleidung aus der Sicht des Physiologen." Bekleidungsmedizin, Nr.6 1961.

Pässler R.W. "Ärztliche Aspekte in der Krankenhausplanung." Das Krankenhaus, Nr. 10 1955.

Puron H. Le problème physiologique du sommeil." Paris 1913.

Richter C.P. Proc. National Acad. Sciences S.214, 12, 1926.

Rütt A. u. Diensberg "Untersuchungen über die Brauchbarkeit verschiedener, handelsüblicher Matratzentypen" Aus der Orth. Klin. Köln, nichtveröffentlicht.

Scherr J. "Deutsche Kultur- und Sittengeschichte"S.179-216. Bd.I, Joh. Knoblauch u. Enk - Verlag, Berlin.

Schidrowitz L. "Sittengeschichte des Intimen" Verlag für Kulturforschung Wien u. Leipzig. 1926.

Straub H. Dt. Arch. f. klin. Med. 117, 397, 1915.

Ungeheuer H. Ber. d. dt. Wetterdienstes Nr.16, 1955.

Brezowsky H. Ber. d. dt. Wetterd. Nr. 54, 1959.

Weichandt	"Über Ermüdungsstoffe." Enke Verl. Stuttg. 1910.
Winterstein H.	"Schlaf und Traum" Istambul, 1953.
Wöhlisch E.	"Zur Definition des Begriffes der Schlaftiefe." Zeitschr. f. Biologie, S.81, Bd. 103, 1950.
DIN 13o13	Normblatt über Matratzen aus Latexschaum. 1956.

Lebenslauf.

Ich, Walter Paul Gertis, wurde geboren am 8. April 1932 zu München als Sohn des Elektroingenieurs Paul Gertis und seiner Ehefrau Maria Gertis. Von 1938 bis 1942 besuchte ich die Volksschule in Miesbach und war von 1942 bis 1945 am Gymnasium im Internat in Neubeuern am Inn. Nach Kriegsende wechselte ich über an die Städtische Oberrealschule meiner Heimatstadt Miesbach, wo ich meine Ausbildung an der höheren Schule mit der Reifeprüfung im Juli 1950 abschloss.
Nach einem Praktikantenjahr begann ich im November 1951 das Studium der Elektrotechnik an der Technischen Hochschule München und beendete es 1954 nach bestandener Diplomvorprüfung.

Ab Sommersemester 1954 studierte ich Zahnmedizin an der Universität München und legte dort im Frühjahr 1958 mein zahnärztliches Staatsexamen ab. Nach Beendigung meines Studiums arbeitete ich zuerst in einer sehr frequentierten Kassen - und Privatpraxis in Württemberg und später als Praxisvertreter in dieser und vier weiteren Praxen in München, Ulm und Sinzig am Rhein. In den Zeiträumen zwischen meinen verschiedenen zahnärztlichen Tätigkeiten entstanden die Untersuchungen zu meiner vorliegenden Dissertation, deren Thema ich im Sommer 1957 von Herrn Privatdoz.Dr.med. E.Kanz erhalten hatte. Für die Anleitung zur statistischen Auswertung der Versuche bin ich Herrn Dipl.Physiker K.Dirnagl zu Dank verpflichtet.

München, den 1. Oktober 1961.